

**PENGUKURAN *VALUE AT RISK* PADA PORTOFOLIO DENGAN
SIMULASI MONTE CARLO**

**(Studi Kasus: Harga Penutupan Saham Harian PT. Telekomunikasi Indonesia
Tbk dan PT. Unilever Indonesia Tbk Bulan Januari – Desember 2010)**

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
untuk memenuhi sebagian persyaratan guna memperoleh gelar Sarjana Sains



**Disusun Oleh :
Nita Sofiana
NIM. 07305144007**

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2011**

PERSETUJUAN

**PENGUKURAN VALUE AT RISK PADA PORTOFOLIO DENGAN
SIMULASI MONTE CARLO
(Studi Kasus: Harga Penutupan Saham Harian PT Telekomunikasi
Indonesia Tbk dan PT Unilever Indonesia Tbk Bulan Januari – Desember
2010)**

Oleh:

Nita Sofiana

07305144007



Telah disetujui dan disyahkan pada tanggal

27 Juni 2011

untuk diujikan di depan dewan penguji skripsi

Program Studi Matematika

Jurusan Pendidikan Matematika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Menyetujui,

Pembimbing



Dr. Dhoriva Urwatul Wutsqa

NIP. 19660331 199303 2 001

SKRIPSI

PENGUKURAN VALUE AT RISK PADA PORTOFOLIO DENGAN SIMULASI MONTE CARLO

(Studi Kasus: Harga Penutupan Saham Harian PT Telekomunikasi
Indonesia Tbk dan PT Unilever Indonesia Tbk Bulan Januari – Desember
2010)

Oleh :
Nita Sofiana
07305144007

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 8 Juli 2011 dan
dinyatakan telah memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains.

Tim Penguji

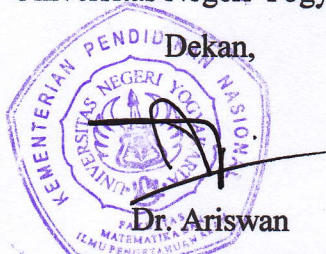
Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Dr. Dhoriva U W	Ketua Penguji		25 Juli 2011
Retno Subekti, M.Sc	Sekretaris Penguji		25 Juli 2011
Endang Listyani, M.S	Penguji Utama		12 Juli 2011
Mathilda Susanti, M.Si	Penguji Pendamping		25 Juli 2011

Yogyakarta, Juli 2011

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Yogyakarta

Dekan,



Dr. Ariswan

Nip. 19590914 198803 1 003

HALAMAN PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Nita Sofiana

NIM : 07305144007

Prodi/Jurusan : Matematika/ Pendidikan Matematika

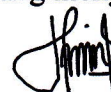
Fakultas : MIPA Universitas Negeri Yogyakarta

Judul TAS : PENGUKURAN VALUE AT RISK PADA PORTOFOLIO
DENGAN SIMULASI MONTE CARLO (Studi Kasus: Harga
Penutupan Saham Harian PT Telekomunikasi Indonesia Tbk dan
PT Unilever Indonesia Tbk Bulan Januari – Desember 2010)

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil pekerjaan saya sendiri dan sepanjang sepengetahuan saya, tidak berisi materi yang dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau telah digunakan sebagai persyaratan penyelesaian studi di perguruan tinggi lain, kecuali pada bagian tertentu yang saya ambil sebagai acuan. Apabila terbukti pernyataan saya ini tidak benar, maka sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya, dan saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 27 Juni 2011

Yang menyatakan,



Nita Sofiana

NIM. 07305144007

MOTTO

“Kebanggaan kita yang terbesar adalah bukan tidak pernah gagal, tetapi bangkit kembali setiap kali kita jatuh”

“Sesuatu yang belum dikerjakan, seringkali tampak mustahil, kita baru yakin kalau kita telah berhasil melakukannya dengan baik”

“Dan mintalah pertolongan (kepada Allah SWT) dengan sabar dan shalat. Dan sesungguhnya yang demikian itu sungguh berat, kecuali bagi orang-orang yang khusyu” (QS: Al-Baqarah : 45)

“Sesungguhnya Allah SWT tidak akan merubah seseorang atau suatu kaum apabila seseorang atau kaum itu tidak mau merubah sendiri, dan sesekali tidak ada perlindungan bagi mereka selain DIA” (Q.S. Arra'du 11)

“Mimpikan impian yang mulia, dan seiring dengan mimpimu, dirimu akan menjadi apa yang kau impikan. Pandanganmu ke depan adalah janji atas apa yang akan menjadi dirimu suatu hari. Cita-citamu adalah ramalan tentang apa yang akan kamu tunjukkan pada akhirnya” (James Allem)

PERSEMBAHAN

Alhamdulillah...puji syukur kupanjatkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Senangnya hatiku ini dapat menyelesaikan dan mempersembahkan karya kecil ini teruntuk:

- *Bapak Ibu yang sangat kusayangi*
Terimakasih atas doa, dukungan, kasih sayang, perhatian, pengertian yang tulus untuk selamanya.
- *Keluarga besarku*
Terimakasih untuk semua kasih sayang dan motivasi yang kalian berikan. Untuk alm. Adikku "Adit" aku selalu merindukanmu.
- *Mas Indra Wahyu Dianto*
Yang selalu menemaniku dalam suka maupun duka, makasih atas motivasi dan perhatian yang selalu kau berikan.
- *Keluarga besar Matematika Swa'07*
Terimakasih untuk semuanya. Tetap semangat dan kompak ya teman-teman.
- *Semua pihak yang tidak dapat disebutkan.*
Makasih untuk semuanya.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah senantiasa penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “PENGUKURAN *VALUE AT RISK* PADA PORTOFOLIO DENGAN SIMULASI MONTE CARLO (Studi Kasus: Harga Penutupan Saham Harian PT Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT Unilever Indonesia Tbk Bulan Januari – Desember 2010) ” ini guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa keberhasilan penulisan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Dr. Ariswan, sebagai Dekan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan penulis dalam menyelesaikan studi.
2. Bapak Dr. Hartono, sebagai Ketua Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan kemudahan pengurusan administrasi selama penyusunan skripsi ini.
3. Ibu Atmini Dhoruri, M.S, sebagai Ketua Program Studi Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan dukungan untuk kelancaran studi.
4. Bapak Musthofa, M.Si, selaku dosen penasehat akademik yang telah memberi arahan dan bimbingan selama studi.

5. Ibu Dr. Dhoriva UW, sebagai pembimbing yang telah memberikan banyak bimbingan, saran, bantuan serta masukan selama penyusunan skripsi ini.
6. Seluruh dosen Jurusan Pendidikan Matematika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan ilmu kepada penulis.
7. Segenap keluarga atas doa dan dukungannya sehingga dapat memperlancar proses penyelesaian skripsi.
8. Teman-teman Matematika SWA 2007 untuk semua kritik dan pendapatnya kepada penulis.
9. Semua pihak yang telah membantu sehingga skripsi ini bisa terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan baik isi maupun penyusunannya. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak demi perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca. Amin.

Yogyakarta, Juni 2011

Penulis



Nita Sofiana

07305144007

**PENGUKURAN *VALUE AT RISK* PADA PORTOFOLIO DENGAN
SIMULASI MONTE CARLO**
**(Studi Kasus: Harga Penutupan Saham Harian PT Telekomunikasi
Indonesia Tbk dan PT Unilever Indonesia Tbk Bulan Januari – Desember
2010)**

Oleh :
Nita Sofiana
07305144007

ABSTRAK

Value at Risk (VaR) adalah suatu alat ukur statistik risiko yang mengukur kerugian maksimum yang diharapkan dari sebuah investasi pada tingkat konfidensi (*confidence interval*) tertentu dan periode waktu (*time period*) tertentu dalam kondisi pasar normal. Perhitungan *VaR* dapat digunakan dalam sebuah aset maupun portofolio. Untuk menghitung *VaR* terdapat tiga metode yaitu metode simulasi Historis, metode Varians Kovarians dan metode simulasi Monte Carlo. Dalam skripsi ini akan dijelaskan tentang pengukuran *VaR* pada portofolio dengan metode simulasi Monte Carlo. Tujuan dari penulisan ini adalah menjelaskan pengukuran *VaR* pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo dan menjelaskan penerapan pengukuran *VaR* pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo pada harga penutupan saham harian PT Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT Unilever Indonesia Tbk.

Portofolio merupakan gabungan dari dua atau lebih saham individual. Pengukuran *VaR* pada portofolio dengan metode simulasi Monte Carlo mengasumsikan bahwa return aset-aset pembentuk portofolio berdistribusi normal, sehingga return portofolio berdistribusi normal multivariat yang kemudian disimulasikan dengan menggunakan parameter yang sesuai. Pada intinya *VaR* dengan simulasi Monte Carlo adalah melakukan simulasi dengan membangkitkan bilangan random untuk mengestimasi nilai *VaR*-nya. Dalam pengukuran *VaR* pada portofolio langkah-langkah utama adalah menentukan tingkat kepercayaan (α), periode waktu yang dipilih, menentukan nilai parameter return aset serta korelasi antar aset, mensimulasikan nilai return, menghitung return portofolio, mencari estimasi kerugian maksimum, menghitung nilai *VaR* yang dinotasikan dengan $VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t}$ dan menghitung rata-rata hasil pengukuran *VaR*.

Penerapan pengukuran *VaR* pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo pada skripsi ini adalah harga penutupan saham harian PT Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT Unilever Indonesia Tbk bulan Januari sampai dengan Desember 2010. Dari hasil perhitungan *VaR* portofolio pada tingkat kepercayaan 95%, menghasilkan rata-rata nilai *VaR* sebesar -48151243,09 (tanda negatif menunjukkan kerugian). Hal ini dapat diartikan ada kemungkinan sebesar 95% bahwa kerugian yang mungkin akan diderita investor tidak akan melebihi Rp 48.151.243,00 dalam jangka waktu satu hari dari dana awal yang diinvestasikan pada portofolio sebesar Rp 1.000.000.000,00.

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSETUJUAN.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN MOTTO	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
ABSTRAK	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5

BAB II LANDASAN TEORI

A. Variabel Random	6
B. Distribusi Binomial	12

C. Distribusi Normal	12
D. Distribusi Normal Multivariat	13
E. Fugsi Lagrange.....	13
F. Uji Lillifors untuk Kenormalan.....	14
G. Matriks.....	15
H. Metode Simulasi Monte Carlo.....	17
I. Pembangkit Bilangan Random.....	18
J. Investasi	19
K. Return	22
L. Risiko	24
M. Portofolio	25
N. Diversifikasi Portofolio	26

BAB III PEMBAHASAN

A. Pengukuran Value at Risk pada Portofolio dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo.....	28
B. Penerapan pada Saham Harian PT Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT Unilever Indonesia Tbk.....	44

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	57
B. Saran	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN.....	61

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Tabel Output SPSS Uji Kolmogorov-Smirnov Saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM)	49
Tabel 3.2	Tabel Output SPSS Uji Kolmogorov-Smirnov Saham PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR)	51
Tabel 3.3	Tabel Perhitungan Mean, Varians, Kovarians, Standar Deviasi, dan Korelasi PT TLKM dan PT UNVR	54

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Grafik return dari harga penutupan saham harian pada bulan Januari sampai dengan Desember 2010	
	PT Telekomunikasi Indonesia Tbk	45
Gambar 3.2	Grafik return dari harga penutupan saham harian pada bulan Januari sampai dengan Desember 2010	
	PT Unilever Indonesia Tbk	47
Gambar 3.3	Plot Uji Normalitas Saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM)	50
Gambar 3.4	Plot Uji Normalitas Saham PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR)	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data Harga Penutupan Saham Harian PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM) dan PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR)	61
Lampiran 2	Langkah-langkah untuk mendapatkan gambar plot uji normalitas (normal q-q plot) saham PT TLKM dan PT UNVR dengan SPSS	68
Lampiran 3	Rumus Perhitungan dalam Microsoft Excel	69
Lampiran 4	Langkah Perhitungan <i>VaR</i> metode Simulasi Monte Carlo dengan Microsoft Excel	70
Lampiran 5	Hasil Perhitungan <i>VaR</i> Metode Simulasi Monte Carlo	71

BAB I

PENDAHULUAN

I. Latar Belakang Masalah

Investasi merupakan komitmen atas sejumlah dana atau sumber daya lainnya yang dilakukan pada saat ini, dengan tujuan memperoleh sejumlah keuntungan di masa datang. Seorang investor membeli sejumlah saham saat ini dengan harapan memperoleh keuntungan dari kenaikan harga saham ataupun sejumlah dividen (pengembalian laba) di masa yang akan datang, sebagai imbalan atas waktu dan risiko yang terkait dengan investasi tersebut (Tandelilin, 2007: 3). Dalam dunia bisnis, sebenarnya hampir dari semua investasi mengandung ketidakpastian atau risiko. Investor tidak mengetahui dengan pasti hasil yang akan diperolehnya dari investasi yang telah dilakukan. Investor juga akan menghadapi hal lain dalam berinvestasi yaitu jika investor mengharapkan keuntungan yang tinggi maka investor tersebut juga harus bersedia menanggung risiko yang tinggi pula.

Dalam berinvestasi, investor bisa memilih menginvestasikan dananya pada berbagai aset, baik aset yang berisiko maupun aset yang bebas risiko ataupun kombinasi dari kedua aset tersebut. Pilihan investor atas aset-aset tersebut akan tergantung dari sejauh mana preferensi investor terhadap risiko. Semakin enggan seorang investor terhadap risiko (*risk averse*), maka pilihan investasinya akan cenderung lebih banyak pada aset-aset yang bebas risiko (Tandelilin, 2007: 76).

Pada hakekatnya problem utama yang dihadapi setiap investor adalah menentukan aset-aset berisiko mana yang harus dibeli. Dalam investasi, satu portofolio merupakan gabungan dua atau lebih saham individual, maka masalah ini bagi investor sama dengan memilih suatu portofolio optimal dari berbagai portofolio yang ada. Oleh karena itu, manajemen risiko sangat diperlukan dalam melakukan keputusan investasi. Risiko dalam investasi adalah ketidakpastian yang dihadapi karena harga suatu aset atau investasi menjadi lebih kecil daripada tingkat pengembalian investasi yang diharapkan (*expected return*).

Portofolio yang efisien (*efficient portfolio*) didefinisikan sebagai portofolio yang memberikan ekspektasi *return* yang sudah tertentu atau memberikan risiko yang terkecil dengan ekspektasi *return* yang sudah tertentu. Portofolio yang efisien ini dapat ditentukan dengan memilih tingkat ekspektasi *return* tertentu dan kemudian meminimumkan risikonya atau menentukan tingkat risiko yang tertentu kemudian memaksimumkan ekspektasi *return*nya. Investor yang rasional akan memilih portofolio efisien ini karena merupakan portofolio yang dibentuk dengan mengoptimalkan satu dari dua dimensi yaitu ekspektasi *return* atau risiko portofolio (Jogiyanto, 2003: 180).

Saat ini telah banyak dikembangkan dalam perhitungan nilai risiko dalam berinvestasi untuk mengurangi risiko agar para investor dapat mengetahui nilai risiko lebih dini. Salah satu bentuk pengukuran nilai risiko yang sering digunakan adalah *Value at Risk* (*VaR*).

Penerapan metode *Value at Risk* (*VaR*) merupakan bagian dari manajemen risiko. *VaR* pada saat ini banyak diterima, diaplikasikan dan dianggap sebagai metode standar dalam mengukur risiko. *VaR* dapat didefinisikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan didapat selama periode waktu (*time period*) tertentu dalam kondisi pasar normal pada tingkat kepercayaan (*confidence level*) tertentu (Jorion, 2007: 244).

Aspek terpenting dalam perhitungan *VaR* adalah menentukan jenis metodologi dan asumsi yang sesuai dengan distribusi *return*. Hal ini dikarenakan perhitungan *VaR* berdasarkan pada distribusi *return* sekuritas, dimana sekuritas merupakan bukti uang atau bukti pembayaran modal, misalkan saham, obligasi, wesel, sertifikat, dan deposito. Penerapan metode dan asumsi yang tepat akan menghasilkan perhitungan *VaR* yang akurat untuk digunakan sebagai ukuran risiko.

Ada tiga metode utama untuk menghitung *VaR* yaitu metode parametrik (disebut juga metode varians-kovarians), metode simulasi Monte Carlo dan metode simulasi historis (Butler, 1999: 78). Ketiga metode mempunyai karakteristik dengan kelebihan dan kekurangannya masing-masing. Metode varians-kovarians mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal dan *return* portofolio bersifat linier terhadap *return* aset tunggalnya. Kedua faktor ini menyebabkan estimasi yang lebih rendah terhadap potensi volatilitas (standar deviasi) aset atau portofolio di masa depan. *VaR* dengan metode simulasi Monte Carlo mengasumsikan bahwa *return* berdistribusi normal yang disimulasikan dengan menggunakan parameter yang sesuai dan tidak

mengasumsikan bahwa *return* portofolio bersifat linier terhadap *return* aset tunggalnya. *VaR* dengan simulasi historis adalah metode yang mengesampingkan asumsi *return* yang berdistribusi normal maupun sifat linier antara *return* portofolio terhadap *return* aset tunggalnya. Nilai *VaR* digunakan untuk mengetahui perkiraan kerugian maksimum yang mungkin terjadi sehingga dapat untuk mengurangi risiko tersebut (Butler, 1999: 119).

Pada skripsi ini metode simulasi Monte Carlo digunakan untuk mengukur atau menganalisis *VaR* portofolio pada saham PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. Unilever Indonesia Tbk yang terdaftar di Jakarta Islamic Index. Metode ini merupakan metode yang paling banyak digunakan untuk mengukur *VaR* karena dapat menghitung bermacam-macam susunan eksposur (saham) dan risiko.

II. Rumusan Masalah

Dari latar belakang masalah tersebut, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana pengukuran *Value at Risk* pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo?
2. Bagaimana penerapan pengukuran *Value at Risk* pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo pada harga penutupan saham harian PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. Unilever Indonesia Tbk?

III. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Menjelaskan bagaimana pengukuran *Value at Risk* pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo.
2. Menjelaskan bagaimana penerapan pengukuran Value at Risk pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo pada harga penutupan saham harian PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. Unilever Indonesia Tbk.

IV. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat

1. Bagi mahasiswa

Untuk menambah ilmu pengetahuan secara teoritis sebagaimana yang telah dipelajari didalam perkuliahan dan sebagai pengetahuan tentang simulasi Monte Carlo dan penerapannya.

2. Bagi para peneliti

Menambah informasi tentang pengukuran *Value at Risk* pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo.

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada bab ini akan dibahas mengenai beberapa pengertian-pengertian dasar yang akan digunakan untuk pembahasan pada bab-bab berikutnya.

A. Variabel Random

Definisi 2.1 (Bain dan Engelhardt, 1992:53)

Variabel random X adalah suatu fungsi yang didefinisikan pada ruang sampel S yang menghubungkan setiap hasil yang mungkin e di S dengan suatu bilangan real, yaitu $X(e) = x$.

Definisi 2.2 (Bain dan Engelhardt, 1992:56)

Jika himpunan hasil yang mungkin dari variabel random X merupakan himpunan terhitung, $\{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ atau $\{x_1, x_2, \dots\}$ maka X disebut variabel random diskrit. Fungsi

$$f(x) = P[X = x] \quad , x = x_1, x_2, \dots, x_n \quad (2.1)$$

yang menentukan nilai probabilitas untuk masing-masing nilai x yang mungkin disebut dengan fungsi densitas probabilitas diskrit.

Definisi 2.3 (Bain dan Engelhardt, 1992:58)

Fungsi distribusi kumulatif dari variabel random X yang didefinisikan untuk bilangan real x adalah sebagai berikut

$$F(x) = P(X \leq x) \quad (2.2)$$

Definisi 2.4 (Bain dan Engelhardt, 1992:58)

Variabel random X disebut variabel random kontinu jika $f(x)$ fungsi densitas probabilitas dari X , sehingga fungsi distribusi kumulatif dapat dinotasikan sebagai berikut

$$F(x) = \int_{-\infty}^x f(t)dt \quad (2.3)$$

Definisi 2.5 (Bain dan Engelhardt, 1992:61)

Jika X variabel random diskrit dengan fungsi densitas probabilitas $f(x)$, maka nilai ekspektasi dari X didefinisikan sebagai

$$E(X) = \sum_x xf(x)$$

Definisi 2.6 (Bain dan Engelhardt, 1992:67)

Jika X adalah variabel random kontinu dengan fungsi densitas probabilitas $f(x)$, maka nilai ekspektasi dari X didefinisikan sebagai

$$E(X) = \int_{-\infty}^{\infty} xf(x)dx \quad (2.5)$$

$E(X)$ sering kali ditulis dengan μ atau μ_x

Definisi 2.7 (Bain dan Engelhardt, 1992:73)

Varians dari variabel random X didefinisikan sebagai berikut

$$Var(X) = E(X - \mu)^2 \quad (2.6)$$

Teorema 2.1 (Bain dan Engelhardt, 1992:74)

Jika X adalah variabel random, maka

$$Var(X) = E(X^2) - \mu^2$$

Bukti:

$$\begin{aligned} Var(X) &= E[(X - \mu)^2] \\ &= E(X^2 - 2\mu X + \mu^2) \\ &= E(X^2) - 2\mu E(X) + \mu^2 \\ &= E(X^2) - 2\mu^2 + \mu^2 \\ &= E(X^2) - \mu^2 \end{aligned}$$

sehingga didapat

$$E(X^2) = \sigma^2 + \mu^2$$

Ukuran sebaran yang sering digunakan selain varians adalah standar deviasi yang merupakan akar kuadrat dari varians.

$$\sigma = \sqrt{Var(X)} \quad (2.7)$$

Teorema 2.2 (Bain dan Engelhardt, 1992:74)

Jika X adalah variabel random, a dan b adalah konstanta, maka

$$Var(aX + b) = a^2 Var(X) \quad (2.8)$$

Teorema 2.3 (Bain dan Engelhardt, 1992:173)

Jika X dan Y adalah variabel random yang saling independen dan $g(x)$ dan $h(y)$ adalah fungsi, maka

$$E[g(X)h(Y)] = E[g(X)]E[h(Y)] \quad (2.9)$$

Definisi 2.8 (Bain dan Engelhardt, 1992:174)

Kovarians dari variabel random X dan Y didefinisikan sebagai

$$cov(X, Y) = E[(X - \mu_X)(Y - \mu_Y)] \quad (2.10)$$

Jika X dan Y independen, didapat

$$cov(X, Y) = E(XY) - E(X)E(Y) = 0 \quad (2.11)$$

Notasi lain untuk kovarians adalah σ_{XY} .

Teorema 2.4 (Bain dan Engelhardt, 1992:175)

Jika X_1 dan X_2 adalah variabel random dengan fungsi densitas probabilitas gabungan $f(x_1, x_2)$ maka

$$Var(X_1 + X_2) = Var(X_1) + Var(X_2) + 2cov(X_1, X_2) \quad (2.12)$$

Dari persamaan (2.11) dan (2.12) didapat:

Jika X_1, \dots, X_k adalah variabel random dan a_1, \dots, a_n adalah konstan maka

$$Var\left(\sum_{i=1}^k a_i X_i\right) = \sum_{i=1}^k a_i^2 Var(X_i) + 2 \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k a_i a_j cov(X_i, X_j)$$

Dan jika X_1, \dots, X_k independen maka

$$Var\left(\sum_{i=1}^k a_i X_i\right) = \sum_{i=1}^k a_i^2 Var(X_i)$$

Jika X adalah variabel random dengan mean μ , dan kovarians Σ , vektor random X dengan ordo $p \times 1$ maka ditulis sebagai matriks yaitu (Johnson dan Wichern, 2002:70)

$$\begin{aligned}
 E(X) &= \begin{bmatrix} E(X_1) \\ \vdots \\ E(X_p) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \vdots \\ \mu_p \end{bmatrix} = \mu \\
 \Sigma &= E(X - \mu)(X - \mu)^T = E \left[\begin{bmatrix} X_1 - \mu_1 \\ \vdots \\ X_p - \mu_p \end{bmatrix} 1(X_1 - \mu_1 \quad \dots \quad X_p - \mu_p) \right] \\
 &= \begin{bmatrix} (X_1 - \mu_1)^2 & (X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2) & \dots & (X_1 - \mu_1)(X_p - \mu_p) \\ (X_2 - \mu_2)(X_1 - \mu_1) & (X_2 - \mu_2)^2 & \dots & (X_2 - \mu_2)(X_p - \mu_p) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ (X_p - \mu_p)(X_1 - \mu_1) & (X_p - \mu_p)(X_2 - \mu_2) & \dots & (X_p - \mu_p)^2 \end{bmatrix} \\
 \Sigma &= \begin{bmatrix} E(X_1 - \mu_1)^2 & E(X_1 - \mu_1)(X_2 - \mu_2) & \dots & E(X_1 - \mu_1)(X_p - \mu_p) \\ E(X_2 - \mu_2)(X_1 - \mu_1) & E(X_2 - \mu_2)^2 & \dots & E(X_2 - \mu_2)(X_p - \mu_p) \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ E(X_p - \mu_p)(X_1 - \mu_1) & E(X_p - \mu_p)(X_2 - \mu_2) & \dots & E(X_p - \mu_p)^2 \end{bmatrix}
 \end{aligned}$$

Atau

$$\text{cov}(X) = \Sigma = \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \dots & \sigma_{1p} \\ \sigma_{21} & \sigma_{22} & \dots & \sigma_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \sigma_{p1} & \sigma_{p2} & \dots & \sigma_{pp} \end{bmatrix}$$

dengan $\sigma_{ii}, i = 1, \dots, p$ adalah varians ke- p

Σ menunjukkan matriks varians kovarians.

Definisi 2.9 (Bain dan Engelhardt, 1992:178)

Jika X dan Y adalah variabel random dengan varians σ_X^2 dan σ_Y^2 dan kovarians $\sigma_{XY} = \text{cov}(X, Y)$, maka koefisien korelasi antara X dan Y adalah

$$\rho = \frac{\sigma_{XY}}{\sigma_X \sigma_Y} \quad (2.13)$$

Variabel random X dan Y dinyatakan tidak berkorelasi jika $\rho = 0$.

Teorema 2.5 (Bain dan Engelhardt, 1992:178)

Jika ρ adalah koefisien korelasi dari X dan Y , maka

$$-1 \leq \rho \leq 1 \quad (2.14)$$

dalam bentuk matriks (Johnson dan Wichern, 2002:73)

$$\rho = \begin{bmatrix} 1 & \rho_{12} & \dots & \rho_{1p} \\ \rho_{12} & 1 & \dots & \rho_{2p} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \rho_{1p} & \rho_{2p} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Entri pada diagonal adalah 1, karena $\rho_{ii} = \frac{\sigma_{ii}}{\sigma_i \sigma_i} = \frac{\sigma_i^2}{\sigma_i^2} = 1$

Definisi 2.10

Jika $\alpha \in (0,1)$ terdapatlah dengan tunggal $x_\alpha \in R$ sehingga $F(x_\alpha) = \alpha$ maka $x_\alpha = F^{-1}(\alpha)$ disebut kuantil- α dari F . Kuantil- α dari F dapat dinotasikan sebagai $F^{-1}(\alpha)$ yang merupakan fungsi invers dari F .

Fungsi kuantil dari F secara umum didefinisikan sebagai :

$F^{-1}(\alpha) = \inf\{x \in R : F(x) \geq \alpha\}$ dengan $\alpha \in (0,1)$ artinya $F^{-1}(\alpha)$ adalah nilai terkecil x dengan $F(x) \geq \alpha$

B. Distribusi Binomial

Distribusi Binomial digunakan untuk mengetahui besarnya kemungkinan terjadinya suatu peristiwa tertentu atau banyaknya terjadi peristiwa sukses dalam n kali percobaan (trial). Misal x adalah banyaknya kejadian sukses, p adalah besarnya peluang terjadinya peristiwa sukses, maka dapat dinotasikan sebagai $X \sim \text{BIN}(n, p)$ (Bain dan Engelhardt, 1992:92).

Fungsi densitas probabilitas dari distribusi binomial adalah

$$b(x; n, p) = \binom{n}{x} p^x q^{n-x} \quad x = 0, 1, \dots, n \text{ dan } q = 1 - p \quad (2.15)$$

sedangkan fungsi distribusi kumulatif dari distribusi Binomial adalah

$$B(x; n, p) = \sum_{k=0}^x b(k; n, p) \quad x = 0, 1, \dots, n \quad (2.16)$$

C. Distribusi Normal

Variabel random X dikatakan berdistribusi normal dengan mean μ dan varians σ^2 , jika X mempunyai fungsi densitas probabilitas berbentuk

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \quad (2.17)$$

untuk $-\infty < x < \infty$, dimana $-\infty < \mu < \infty$ dan $0 < \sigma < \infty$, yang dinotasikan sebagai $X \sim N(\mu, \sigma^2)$ (Bain dan Engelhardt, 1992:118).

Jika $X \sim N(\mu, \sigma^2)$, maka $Z = \frac{X-\mu}{\sigma}$ mengikuti distribusi normal standar dengan fungsi densitas probabilitas adalah

$$\varphi(Z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{Z^2}{2}}, \text{ untuk } -\infty < Z < \infty \quad (2.18)$$

dengan mean 0 dan varians 1, atau ditulis $Z = \frac{X-\mu}{\sigma} \sim N(0,1)$ (Bain dan Engelhardt, 1992:119).

D. Distribusi Normal Multivariat

Distribusi normal multivariat merupakan perluasan dari distribusi normal univariat. Dengan demikian distribusi normal multivariat p dimensi untuk vektor random $X = [X_1, X_2, \dots, X_p]$ mempunyai bentuk:

$$f(x) = \frac{1}{(2\pi)^{p/2} |\Sigma|^{1/2}} e^{-\frac{1}{2}(x-\mu)\Sigma^{-1}(x-\mu)} \quad (2.19)$$

untuk $-\infty < x_i \leq \infty, i = 1, 2, \dots, p$. Fungsi densitas normal multivariat dengan mean μ dan varians Σ dinotasikan dengan $N_p(\mu, \Sigma)$ (Johnson dan Wichern, 2002:149).

E. Fungsi Lagrange

Untuk memaksimumkan atau meminimumkan $f(\mathbf{p})$ terhadap kendala $g(\mathbf{p}) = 0$ dengan menyelesaikan persamaan

$$\nabla f(\mathbf{p}) = \lambda \nabla g(\mathbf{p}) \text{ dan } g(\mathbf{p}) = 0 \quad (2.20)$$

untuk \mathbf{p} dan λ . Tiap titik \mathbf{p} adalah suatu titik kritis untuk masalah nilai ekstrem terkendala dan λ yang berpadanan disebut pengali Lagrange,

dengan $\nabla f(\mathbf{p})$ merupakan vektor gradien dari $f(\mathbf{p})$ dan $\nabla g(\mathbf{p})$ merupakan vektor gradien dari $g(\mathbf{p})$ (Purcell dan Varberg, 1987: 301).

Jika ada lebih dari satu kendala yang diberlakukan pada variabel-variabel suatu fungsi yang harus dimaksimumkan atau diminimumkan, maka digunakan pengali-pengali Lagrange tambahan (satu untuk setiap kendala) (Purcell dan Varberg, 1987: 303).

F. Uji Lilliefors untuk kenormalan

Uji Lilliefors merupakan metode untuk menguji data apakah data berasal dari distribusi normal atau tidak. Metode ini menggunakan statistik uji tipe Kolmogorov-Smirnov yaitu pada jarak vertikal maksimum antara fungsi kumulatif $S(X)$ distribusi empirik sampel random X_1, X_2, \dots, X_n dengan fungsi kumulatif distribusi normal standar yang disebut $F^*(X)$ (Conover, 1980:357).

Uji Hipotesis:

H_0 : Data berasal dari distribusi normal

H_1 : Data tidak berasal dari distribusi normal

Statistik Uji

$$T = \sup_X |F^*(X) - S(X)| \quad (2.21)$$

H_0 ditolak jika $p - value < \alpha$.

G. Matriks

Definisi 2.11 (Anton, 1991:22)

Sebuah matriks adalah susunan segi empat siku-siku dari bilangan-bilangan. Bilangan-bilangan dalam susunan tersebut dinamakan entri dalam matriks.

Ukuran matriks dijelaskan dengan menyatakan banyaknya baris (garis horisontal) dan banyaknya kolom (garis vertikal) yang terdapat dalam matriks tersebut.

Jika $A_{m \times n}$ adalah sebuah matriks dengan jumlah baris m dan kolom n , maka a_{ij} menyatakan entri yang terdapat di dalam baris i dan kolom j dari A . Jadi sebuah matriks dapat dituliskan sebagai berikut:

$$A_{m \times n} = [a_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix} \quad (2.22)$$

Definisi 2.12 (Anton, 1991: 23)

Jika A dan B adalah sebarang dua matriks yang ukurannya sama, maka jumlah $A + B$ adalah matriks yang diperoleh dengan menambahkan sama-sama entri yang bersesuaian dalam kedua matriks tersebut. Matriks-matriks yang ukurannya berbeda tidak dapat ditambahkan.

Jumlah $A + B$ adalah matriks yang diperoleh dengan menambahkan anggota-anggota A dan anggota-anggota B yang berpadanan. Sedangkan selisih $A - B$ adalah matriks yang diperoleh

dengan mengurangi anggota-anggota A dengan anggota-anggota B yang berpadanan.

$$(A + B) = (A)_{ij} + (B)_{ij} = (a_{ij} + b_{ij}) \quad (2.23)$$

$$(A - B) = (A)_{ij} - (B)_{ij} = (a_{ij} - b_{ij}) \quad (2.24)$$

Definisi 2.13 (Anton, 1991:24)

Jika A adalah suatu matriks dan c adalah suatu skalar, maka hasil kali (*product*) cA adalah matriks yang diperoleh dengan mengalikan masing-masing entri dari A oleh c .

$$(cA)_{ij} = c(A)_{ij} = [ca_{ij}] \quad (2.25)$$

Definisi 2.14 (Anton, 1991: 25)

Jika A adalah matriks $m \times r$ dan B adalah matriks $r \times n$, maka hasil kali AB adalah matriks $m \times n$ yang entri-entrinya ditentukan sebagai berikut. Untuk mencari entri dalam baris i dan kolom j dari AB , memilih baris i dari matriks A dan kolom j dari matriks B . Mengalikan entri-entri yang bersesuaian dari baris dan kolom tersebut bersama-sama dan kemudian menambahkan hasil kali yang dihasilkan.

$$AB = [a_{i1}b_{1j} + a_{i2}b_{2j} + a_{i3}b_{3j} + \cdots + a_{ir}b_{rj}] \quad (2.26)$$

Definisi 2.15 (Anton, 1991: 27)

Jika A adalah sebarang matriks $m \times n$, maka transpos A dinyatakan oleh A^T dan didefinisikan dengan matriks $n \times m$ yang kolom

pertamanya adalah baris pertama dari A , kolom keduanya adalah baris kedua dari A , demikian juga dengan kolom ketiga adalah baris ketiga dari A , dan seterusnya.

$$(A^T)_{ij} = (A)_{ji} \quad (2.27)$$

Definisi 2.16 (Anton, 1991:34)

Jika A adalah sebuah matriks, dan jika dapat mencari matriks B sehingga $AB = BA = I$, maka A dikatakan dapat dibalik (invertible) dan B dinamakan invers (inverse) dari A .

Jika A dapat dibalik, maka inversnya akan dinyatakan dengan simbol A^{-1} . Jadi

$$AA^{-1} = I \text{ dan } A^{-1}A = I \quad (2.28)$$

H. Metode Simulasi Monte Carlo

Metode Simulasi Monte Carlo adalah suatu metode untuk mengevaluasi suatu model deterministik yang melibatkan bilangan acak sebagai salah satu input. Metode ini sering digunakan jika model yang digunakan cukup kompleks, non linear atau melibatkan lebih dari sepasang parameter tidak pasti. Sebuah simulasi Monte Carlo dapat melibatkan 10.000 evaluasi atas sebuah model, suatu pekerjaan di masa lalu hanya bisa dikerjakan oleh sebuah software komputer.

Suatu model memerlukan parameter input dan beberapa persamaan yang digunakan untuk menghasilkan output (atau variabel respon).

Dengan menggunakan parameter input berupa bilangan random, maka dapat mengubah suatu model deterministik menjadi model stokastik, dimana model deterministik merupakan suatu model pendekatan yang diketahui dengan pasti sedangkan model stokastik tidak pasti.

Simulasi Monte Carlo adalah metode untuk menganalisa perambatan ketidakpastian, dimana tujuannya adalah untuk menentukan bagaimana variasi random atau error mempengaruhi sensitivitas, performa atau reliabilitas dari sistem yang sedang dimodelkan. Simulasi Monte Carlo digolongkan sebagai metode sampling karena input dibangkitkan secara random dari suatu distribusi probabilitas untuk proses sampling dari suatu populasi nyata. Oleh karena itu, suatu model harus memilih suatu distribusi input yang paling mendekati data yang dimiliki (Rubinstein, 1981:114)

I. Pembangkit Bilangan Random

Dalam sistem nyata, faktor keacakan menyebabkan sesuatu tidak sepenuhnya dapat diramalkan. Dalam metode Monte Carlo faktor kerandoman dimasukkan ke dalam model dengan melibatkan satu atau lebih variabel random.

Sebuah metode untuk membangkitkan bilangan random dikatakan baik jika bilangan random yang dihasilkan memenuhi sifat kerandoman, saling independen, memenuhi distribusi statistik yang diharapkan, dan dapat direproduksi.

J. Investasi

Investasi adalah komitmen atas sejumlah dana atau sumberdaya lainnya yang dilakukan pada saat ini, dengan tujuan memperoleh sejumlah keuntungan di masa datang. Seorang investor membeli sejumlah saham saat ini dengan harapan memperoleh keuntungan dari kenaikan harga saham ataupun sejumlah dividen di masa yang akan datang, sebagai imbalan atas waktu dan risiko yang terkait dengan investasi tersebut (Tandelilin, 2007:3). Proses keputusan investasi merupakan proses keputusan yang berkesinambungan (*on going process*). Proses keputusan investasi terdiri dari lima tahap keputusan yang berjalan terus-menerus sampai tercapai keputusan investasi yang terbaik. Tahap-tahap keputusan investasi meliputi lima tahap keputusan.

a. Penentuan tujuan investasi

Tahap pertama adalah proses keputusan investasi yaitu menentukan tujuan investasi yang akan dilakukan. Tujuan investasi masing-masing investor bisa berbeda-beda tergantung pada investor yang akan membuat keputusan tersebut. Misalnya, lembaga dana pensiun yang bertujuan untuk memperoleh dana untuk membayar dana pensiun nasabahnya di masa depan mungkin akan memilih investasi pada portofolio reksadana karena merupakan investasi bersama dalam bentuk suatu efek portofolio yang terdiversifikasi. Sedangkan bagi institusi penyimpanan dana seperti bank misalnya, mempunyai tujuan untuk memperoleh return yang lebih tinggi di atas biaya investasi

yang dikeluarkan. Mereka biasanya lebih menyukai investasi pada sekuritas yang mudah diperdagangkan ataupun pada penyaluran kredit yang lebih berisiko tetapi memberikan harapan return yang tinggi.

b. Penentuan kebijakan investasi

Tahap kedua ini merupakan tahap penentuan kebijakan untuk memenuhi tujuan investasi yang telah ditetapkan. Tahap ini dimulai dengan penentuan keputusan alokasi aset (*asset allocation decision*). Keputusan ini menyangkut pendistribusian dana yang dimiliki pada berbagai klas-klas aset yang tersedia (saham, obligasi, real estat ataupun sekuritas luar negeri). Investor juga harus memperhatikan berbagai batasan yang mempengaruhi kebijakan investasi seperti seberapa besar dana yang dimiliki dan porsi pendistribusian dana tersebut serta beban pajak dan pelaporan yang harus ditanggung.

c. Pemilihan strategi portofolio

Strategi portofolio yang dipilih harus konsisten dengan dua tahap sebelumnya. Ada dua strategi portofolio yang bisa dipilih, yaitu strategi portofolio aktif dan strategi portofolio pasif. Strategi portofolio aktif meliputi kegiatan penggunaan informasi yang tersedia dan teknik-teknik peramalan secara aktif untuk mencari kombinasi portofolio yang lebih baik. Strategi portofolio pasif meliputi aktivitas investasi pada portofolio yang seiring dengan kinerja indeks pasar. Asumsi strategi pasif ini adalah bahwa semua informasi yang tersedia akan diserap pasar dan direfleksikan pada harga saham.

d. Pemilihan aset

Setelah strategi portofolio ditentukan, tahap selanjutnya adalah pemilihan aset-aset yang akan dimasukkan dalam portofolio. Tahap ini memerlukan pengevaluasian setiap sekuritas yang ingin dimasukkan dalam portofolio yang efisien, yaitu portofolio yang menawarkan return yang diharapkan yang tertinggi dengan tingkat risiko tertentu atau sebaliknya menawarkan return yang diharapkan tertentu dengan tingkat risiko terendah.

e. Pengukuran dan evaluasi kinerja portofolio

Tahap ini merupakan tahap paling akhir dari proses keputusan investasi. Meskipun demikian, adalah salah kaprah jika langsung mengatakan bahwa tahap ini adalah tahap terakhir, karena sekali lagi, proses keputusan investasi merupakan proses keputusan yang berkesinambungan dan terus-menerus. Artinya, jika tahap pengukuran dan evaluasi kinerja portofolio telah dilakukan dan ternyata hasilnya kurang baik, maka proses keputusan investasi harus dimulai lagi dari tahap pertama, demikian seterusnya sampai dicapai keputusan investasi paling optimal. Tahap pengukuran dan evaluasi kerja ini meliputi pengukuran kinerja portofolio dan pembandingan hasil pengukuran tersebut dengan kinerja portofolio lainnya melalui proses *benchmarking*. Proses *benchmarking* ini biasanya dilakukan terhadap indeks portofolio pasar, untuk mengetahui seberapa baik kinerja

portofolio yang telah ditentukan dibanding kinerja portofolio lainnya (portofolio pasar) (Tandelilin, 2007:3)

K. Return

Tujuan dari investasi adalah untuk memperoleh keuntungan (*profit*). Pendapatan atau kerugian dari suatu investasi, tergantung pada perubahan harga dan jumlah aset yang dimiliki. Para investor tertarik dengan pendapatan yang relatif besar terhadap besarnya investasi awal. Return mengukur pendapatan itu, karena return dari suatu aset adalah perubahan harga dari harga awal dan return merupakan salah satu faktor yang memotivasi investor berinvestasi (Rupert, 2004: 75).

a) *Net Return*

Jika seseorang menginvestasikan dananya pada waktu t_1 pada suatu aset dengan harga P_{t_1} dan harga pada waktu selanjutnya (misalnya periode satu hari, atau satu minggu atau satu bulan) t_2 adalah P_{t_2} , maka *net return* pada periode t_1 dan t_2 adalah $(P_{t_2} - P_{t_1})/P_{t_1}$. *Net return* dapat digambarkan sebagai pendapatan relatif atau tingkat keuntungan (*profit rate*).

Secara umum net return antara periode $t - 1$ sampai t adalah sebagai berikut:

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (2.29)$$

dimana R_t = net return

P_t = harga investasi pada saat t

P_{t-1} = harga investasi pada saat $t - 1$

Pendapatan dari kepemilikan suatu aset adalah

$$\text{Pendapatan} = \text{investasi awal} \times \text{net return}$$

Misalnya, suatu investasi awal bernilai \$1000 dan suatu *net return* adalah 0.08, maka pendapatan yang diperoleh adalah $(\$1000 \times 0.08) = \80

b) Gross Return

Pada *net return*, return dapat bernilai positif maupun negatif tetapi pada gross return nilainya selalu positif. Gross return, $1 + R_t$, didefinisikan sebagai berikut

$$1 + R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad (2.30)$$

Misalnya, $P_t = 2$ dan $P_{t-1} = 2.1$, maka $1 + R_t = 1.05$ dan $R_t = 0.05$ atau 5%.

c) Log Return

Log return atau disebut juga sebagai *continuously compounded returns*, dinotasikan dengan r_t , dan didefinisikan sebagai berikut

$$r_t = \log(1 + R_t) = \log\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = \log(P_t) - \log(P_{t-1}) \quad (2.31)$$

dengan $P_t = \log(P_t)$

pada pembahasan log return ini, $\log(1 + R_t)$ berarti logaritma natur dari $1 + R_t$, sehingga return dapat juga dinotasikan sebagai berikut

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) = \ln(P_t) - \ln(P_{t-1}) \quad (2.32)$$

L. Risiko

Dalam konteks manajemen investasi, risiko merupakan besarnya penyimpangan antara tingkat pengembalian yang diharapkan (*expected return-ER*) dengan tingkat pengembalian aktual (*actual return*). Semakin besar penyimpangannya berarti semakin besar tingkat risikonya.

Apabila risiko dinyatakan sebagai seberapa jauh hasil yang diperoleh dapat menyimpang dari hasil yang diharapkan, maka digunakan ukuran penyebaran untuk mengukur risiko. Alat statistik yang digunakan sebagai ukuran penyebaran tersebut adalah varians atau standar deviasi. Semakin besar nilainya, berarti semakin besar penyimpangannya (berarti risikonya semakin tinggi) (Halim, 2005: 42).

Jika terdapat n (banyak observasi) return, maka ekspektasi return dapat diestimasi dengan menghitung rata-rata sampel (mean) return

$$\overline{R}_t = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n R_t \quad (2.33)$$

Return rata-rata kemudian digunakan untuk mengestimasi varians tiap periode yaitu kuadrat standar deviasi per periode

$$S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{t=1}^n (R_t - \overline{R}_t)^2 \quad (2.34)$$

disebut varians per periode karena besarnya tergantung waktu ketika return diukur. Akar dari varians (standar deviasi) merupakan estimasi risiko dari harga saham yaitu

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (R_t - \overline{R}_t)^2}{n-1}} \quad (2.35)$$

Standar deviasi tahunan (volatilitas tahunan) dapat diestimasi sebagai berikut

$$S_T = \sqrt{T \frac{\sum_{t=1}^n (R_t - \bar{R})^2}{n-1}} \quad (2.36)$$

dimana:

S_T = Standar deviasi tahunan

T = jumlah hari perdagangan

M. Portofolio

Portofolio merupakan kombinasi atau gabungan atau sekumpulan aset, baik berupa aset riil maupun aset finansial yang dimiliki oleh investor. Hakikatnya pembentukan portofolio adalah untuk mengurangi risiko dengan cara diversifikasi, yaitu mengalokasikan sejumlah dana pada berbagai alternatif investasi yang aset-aset pada portofolio saling berkorelasi.

Suatu portofolio dikatakan efisien apabila portofolio tersebut ketika dibandingkan dengan portofolio lain memenuhi kondisi berikut:

1. Memberikan ER (*Expected Return*) terbesar dengan risiko yang sama, atau
2. Memberikan risiko terkecil dengan ER yang sama (Halim, 2005: 54)

Dalam pembentukan portofolio, investor berusaha memaksimalkan keuntungan yang diharapkan dari investasi dengan tingkat risiko tertentu yang dapat diterima. Portofolio yang dapat mencapai tujuan diatas disebut dengan portofolio yang efisien.

Untuk membentuk portofolio yang efisien, perlu dibuat beberapa asumsi mengenai perilaku investor dalam membuat keputusan investasi. Asumsi yang wajar adalah investor cenderung menghindari risiko (*risk-averse*). Investor penghindar risiko adalah investor yang jika dihadapkan pada dua investasi dengan pengembalian diharapkan yang sama dan risiko yang berbeda, maka ia akan memilih investasi dengan tingkat risiko yang lebih rendah. Jika seseorang memiliki beberapa pilihan portofolio yang efisien, maka portofolio yang optimal yang akan dipilihnya (Fabozzi, 1999:63).

N. Diversifikasi Portofolio

Untuk menurunkan risiko portofolio, investor perlu melakukan ‘diversifikasi’. Diversifikasi dalam pernyataan tersebut bisa bermakna bahwa investor perlu membentuk portofolio sedemikian rupa sehingga risiko dapat diminimalkan tanpa mengurangi return yang diharapkan. Mengurangi risiko tanpa mengurangi return adalah tujuan investor dalam berinvestasi (Tandelilin, 2007: 60). Investor dapat melakukan diversifikasi dengan beberapa cara: (Jogiyanto, 2003: 173)

1. Diversifikasi dengan banyak aktiva (aset)

Sesuai dengan hukum statistik, semakin besar ukuran sampel maka semakin dekat nilai rata-rata sampel dengan nilai ekspektasi dari populasi. Asumsi yang digunakan yaitu tingkat hasil (*rate of return*) untuk masing-masing sekuritas secara statistik adalah independen. Ini

berarti bahwa *rate of return* satu sekuritas tidak terpengaruhi oleh *rate of return* sekuritas yang lainnya, maka standar deviasi yang mewakili risiko dari portofolio dapat dituliskan sebagai:

$$\sigma_p = \frac{\sigma_i}{\sqrt{n}} \quad (2.37)$$

dengan σ_p = risiko portofolio

σ_i = standar deviasi

n = jumlah sekuritas

2. Diversifikasi secara random

Diversifikasi secara random (*random* atau *naive diversification*) merupakan pembentukan portofolio dengan memilih sekuritas-sekuritas secara acak tanpa memperhatikan karakteristik dari investasi yang relevan seperti misalnya return dari sekuritas itu sendiri. Investor hanya memilih sekuritas secara acak.

3. Diversifikasi secara Markowitz

Dengan menggunakan metode *mean-variance* dari Markowitz, sekuritas-sekuritas yang mempunyai korelasi lebih kecil dari +1 akan menurunkan risiko portofolio, sehingga semakin banyak sekuritas yang dimasukkan ke dalam portofolio, semakin kecil risiko portofolio. Untuk n sejumlah sekuritas mendekati tak berhingga, risiko dari portofolio adalah:

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \sigma_p^2 = \sigma_{ij}$$

dimana n = jumlah sekuritas

σ_p^2 = varians dari tingkat keuntungan portofolio

σ_{ij} = standar deviasi masing-masing aset

BAB III

PEMBAHASAN

Pada bab ini, akan dibahas mengenai pengukuran *Value at Risk* pada portofolio dengan menggunakan simulasi Monte Carlo dan penerapan pengukuran *Value at Risk* pada portofolio dengan menggunakan simulasi Monte Carlo pada harga penutupan saham harian PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT. Unilever Indonesia Tbk.

A. Pengukuran *Value at Risk* pada Portofolio dengan Menggunakan Simulasi Monte Carlo

Dalam investasi, suatu portofolio merupakan gabungan dua atau lebih saham individual, maka bagi investor sama dengan memilih portofolio yang optimal dari suatu portofolio yang ada. Dalam pembentukan portofolio, seorang investor akan memilih tingkat ekspektasi return tertentu dan kemudian meminimumkan risikonya atau menentukan tingkat risiko yang tertentu kemudian memaksimumkan ekspektasi returnnya, dengan kata lain portofolio yang dibentuk dapat memberikan tingkat risiko terendah dengan ekspektasi return tertentu.

a) Return portofolio

Return realisasi portofolio (*portfolio realized return*) merupakan rata-rata tertimbang dari return- return realisasi masing-masing sekuritas tunggal di dalam portofolio tersebut. Secara matematis, return realisasi portofolio dapat ditulis sebagai berikut (Jogiyanto, 2003: 147)

$$R_p = \sum_{i=1}^n (w_i R_i) \quad (3.1)$$

dengan, R_p = return realisasi portofolio

w_i = bobot atau proporsi dari sekuritas i terhadap seluruh sekuritas di portofolio

R_i = return realisasi dari sekuritas ke i

n = banyak sekuritas tunggal

Dalam bentuk notasi matriks, return portofolio dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} R_p &= w_1 R_1 + w_2 R_2 + \dots + w_n R_n = [w_1 w_2 \dots w_n] \begin{bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{bmatrix} \\ &= \mathbf{w}^T \mathbf{R} \end{aligned} \quad (3.2)$$

dimana, \mathbf{w}^T = vektor transpose (horisontal) dari w_i

\mathbf{R} = vektor vertikal yang terdiri dari return aset tunggal

b) Return yang diharapkan (ekspektasi return) dari suatu portofolio

Return yang diharapkan dari suatu portofolio bisa diestimasi dengan menghitung rata-rata tertimbang dari return yang diharapkan dari masing-masing aset individual yang ada dalam portofolio. Rumus untuk

menghitung return yang diharapkan dari porofolio adalah sebagai berikut

(Tandelilin, 2007: 64)

$$E(R_p) = \mu_p = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) = \sum_{i=1}^n w_i \mu_i \quad (3.3)$$

Bukti:

Berdasarkan persamaan (2.5) dan (2.17)

$$\begin{aligned} E(X) &= \int_{-\infty}^{\infty} x f(x) dx \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} x \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} dx \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} x \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2} \frac{1}{\sigma} dx \end{aligned}$$

Misalkan $z = \frac{(x-\mu)}{\sigma}$ dengan $dx = \sigma dz$, $\phi(z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}}$

dan $\phi'(z) = -z\phi(z)$, maka

$$\begin{aligned} E(X) &= \int_{-\infty}^{\infty} (\mu + \sigma z) \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{z^2}{2}} dz \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} (\mu + \sigma z) \phi(z) dz \\ &= \mu \int_{-\infty}^{\infty} \phi(z) dz + \sigma \int_{-\infty}^{\infty} z \phi(z) dz \\ &= \mu \int_{-\infty}^{\infty} -\frac{1}{z} \phi'(z) dz - \sigma \int_{-\infty}^{\infty} \phi'(z) dz \\ &= \mu \left(\int_{-\infty}^{\infty} -\frac{1}{z} dz + \int_{-\infty}^{\infty} \phi'(z) dz \right) - \sigma \int_{-\infty}^{\infty} \phi'(z) dz \\ &= \mu [(-\ln z) |_{-\infty}^{\infty} + (\phi(z) |_{-\infty}^{\infty})] - \sigma [\phi(z) |_{-\infty}^{\infty}] \end{aligned}$$

$$= \mu(1 + 0) - \sigma \cdot 0$$

sehingga

$$E(X) = \mu$$

maka ekspektasi return dari suatu portofolio adalah

$$E(R_p) = \mu_p$$

$$= \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) = \sum_{i=1}^n w_i \mu_i$$

Dan variansnya adalah

$$Var(R_p) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{j=1}^n w_j^2 \sigma_j^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij} \quad (3.4)$$

dimana, $E(R_p) = \mu_p$ = return yang diharapkan dari portofolio

w_i = bobot atau proporsi portofolio sekuritas ke- i

$E(R_i) = \mu_i$ = return yang diharapkan dari sekuritas ke- i

n = jumlah sekuritas yang ada dalam portofolio

σ_i^2 = varians dari sekuritas ke- i

σ_j^2 = varians dari sekuritas ke- j

σ_{ij} = kovarians

Bukti:

Berdasarkan persamaan (2.6)

$$\begin{aligned} Var(X) &= E(X - \mu)^2 \\ &= E(X^2) - 2 \mu E(X) + \mu^2 \\ &= E(X^2) - (E(X))^2 \end{aligned}$$

Misalkan suatu portofolio terdiri dari sekuritas-sekuritas ke- i dan sekuritas-sekuritas ke- j , dengan masing-masing sekuritas-sekuritas ke- i dan sekuritas-sekuritas ke- j terdiri dari n sekuritas. Proporsi sekuritas ke- i di dalam portofolio adalah sebesar w_i dan untuk sekuritas ke- j sebesar w_j . Return realisasi sekuritas ke- i dan sekuritas ke- j berturut-turut adalah R_i dan R_j . Dengan demikian return realisasi dari portofolio yang merupakan rata-rata tertimbang return-return sekuritas-sekuritas ke- i dan sekuritas-sekuritas ke- j adalah

$$R_p = \sum_{i=1}^n w_i R_i + \sum_{j=1}^n w_j R_j$$

Maka variansi portofolio adalah

$$\begin{aligned} Var(R_p) &= \sigma_p^2 = E[R_p - E(R_p)]^2 \\ &= E \left[\left(\sum_{i=1}^n w_i R_i + \sum_{j=1}^n w_j R_j \right) - E \left(\sum_{i=1}^n w_i R_i + \sum_{j=1}^n w_j R_j \right) \right]^2 \\ &= E \left[\sum_{i=1}^n w_i R_i + \sum_{j=1}^n w_j R_j - E \left(\sum_{i=1}^n w_i R_i \right) - E \left(\sum_{j=1}^n w_j R_j \right) \right]^2 \\ &= E \left[\sum_{i=1}^n w_i R_i + \sum_{j=1}^n w_j R_j - \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) - \sum_{j=1}^n w_j E(R_j) \right]^2 \\ &= E \left[\left(\sum_{i=1}^n w_i R_i - \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) \right) + \left(\sum_{j=1}^n w_j R_j - \sum_{j=1}^n w_j E(R_j) \right) \right]^2 \\ &= E \left[\sum_{i=1}^n w_i (R_i - E(R_i)) + \sum_{j=1}^n w_j (R_j - E(R_j)) \right]^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= E \left[\sum_{i=1}^n w_i^2 (R_i - E(R_i))^2 + \sum_{j=1}^n w_j^2 (R_j - E(R_j))^2 \right. \\
&\quad \left. + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j (R_i - E(R_i)) (R_j - E(R_j)) \right] \\
&= \sum_{i=1}^n w_i^2 E[R_i - E(R_i)]^2 + \sum_{j=1}^n w_j^2 E[R_j - E(R_j)]^2 \\
&\quad + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j E[(R_i - E(R_i))(R_j - E(R_j))]
\end{aligned}$$

sehingga didapat

$$Var(R_p) = \sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{j=1}^n w_j^2 \sigma_j^2 + 2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j \sigma_{ij}$$

Dalam bentuk notasi matriks, nilai ekspektasi dan varians dari return portofolio dapat ditulis sebagai berikut

$$\mu_p = w_1 \mu_1 + w_2 \mu_2 + \dots + w_n \mu_n = [w_1 \quad w_2 \quad \dots \quad w_n] \begin{bmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \\ \vdots \\ \mu_n \end{bmatrix} = \mathbf{w}^T \boldsymbol{\mu} \quad (3.5)$$

$$\sigma_p^2 = [w_1 \quad \dots \quad w_{1..n}] \begin{bmatrix} \sigma_{11} & \sigma_{12} & \sigma_{13} & \dots & \sigma_{1n} \\ \vdots & & & & \\ \sigma_{n1} & \sigma_{n2} & \sigma_{n3} & \dots & \sigma_{n..n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ \vdots \\ w_{n..1} \end{bmatrix} = \mathbf{w}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{w} \quad (3.6)$$

dengan $\boldsymbol{\Sigma}$ didefinisikan sebagai matriks varians-kovarians. Sedangkan untuk suatu susunan sekuritas dengan investasi dana sebesar x dollar dapat ditulis sebagai berikut (Jorion, 2007:162)

$$\sigma_p^2 w^2 = \mathbf{x}^T \boldsymbol{\Sigma} \mathbf{x} \quad (3.7)$$

c) Risiko Portofolio

Risiko portofolio merupakan risiko kerugian yang dihadapi secara total karena nilai atau harga suatu kumpulan aset atau investasi lebih kecil daripada return portofolio yang diharapkan. Semakin besar peluang terjadinya return yang rendah atau bahkan negatif dari suatu portofolio investasi, maka semakin berisiko suatu portofolio investasi. Semakin besar atau dispersi dari ekspektasi return suatu portofolio investasi, maka semakin besar pula risiko portofolio investasinya dengan asumsi berdistribusi normal seperti risiko pada aset tunggal, risiko portofolio juga dihitung dari besarnya nilai varians atau standar deviasi.

d) *Mean Variance Efficient Portofolio (MVEP)*

Portofolio efisien Markowitz adalah portofolio yang memberikan tingkat pengembalian tertinggi diantara portofolio yang ada dengan tingkat risiko yang sama. Portofolio efisien Markowitz disebut juga *mean variance efficient portofolio*. *MVEP* merupakan salah satu metode dalam pembentukan portofolio yang optimal (Fabozzi, 1999:80). Dalam *MVEP* investor hanya berinvestasi pada aset-aset berisiko saja. Investor tidak memasukkan aset bebas risiko (*risk free asset*) dalam portofolionya. Sebuah aset dikatakan bebas risiko jika return yang diterima di masa depan bersifat pasti. Untuk kasus di Indonesia, Sertifikat bank Indonesia (SBI) yang diterbitkan oleh Bank Indonesia merupakan salah satu contoh aset yang bebas risiko. Sedangkan untuk aset yang berisiko, jika return yang diterima di masa depan bersifat tidak pasti.

MVEP didefinisikan sebagai portofolio yang memiliki varians minimum diantara keseluruhan kemungkinan portofolio yang dapat dibentuk (Abdurrahman, 2007:52). Jika diasumsikan preferensi investor terhadap risiko adalah risk averse (menghindar risiko), maka portofolio yang memiliki mean varians efisien (*mean variance efficient portofolio*) adalah portofolio yang memiliki varians minimum dari mean returnnya. Hal tersebut sama dengan mengoptimisasi $w = [w_1 \dots w_N]^T$ berdasarkan mean return dari varians yang diberikan.

Vektor pembobotan w digunakan agar portofolio yang dibentuk mempunyai varians yang minimum berdasarkan dua batasan yaitu:

- 1) Spesifikasi awal dari mean return μ_p harus tercapai yaitu $w^T \mu$
- 2) Jumlah proporsi dari portofolio yang terbentuk sama dengan 1 yaitu $w^T 1_N = 1$ dimana 1_N adalah vektor satu dengan dimensi $N \times 1$.

Permasalahan optimisasi dapat diselesaikan dengan fungsi Lagrange yaitu (Abdurrahman, 2007:52)

$$L = w^T \Sigma w + \lambda_1 (\mu_p - w^T \mu) + \lambda_2 (1 - w^T 1_N) \quad (3.8)$$

dimana L = fungsi Lagrange

λ = faktor pengali Lagrange

Turunan parsial dari L terhadap w adalah sebagai berikut

$$\frac{\partial}{\partial w} = w^T \Sigma w + \lambda_1 (\mu_p - w^T \mu) + \lambda_2 (1 - w^T 1_N) = 2 \Sigma w - \lambda_1 \mu - \lambda_2 1_N$$

Hasil dari turunan parsial dari L terhadap w disamakan dengan 0

$$2 \Sigma w - \lambda_1 \mu - \lambda_2 1_N = 0$$

$$2\Sigma w = \lambda_1 \mu + \lambda_2 1_N$$

$$\Sigma w = \frac{1}{2}(\lambda_1 \mu + \lambda_2 1_N)$$

$$w = \frac{1}{2}\Sigma^{-1}(\lambda_1 \mu + \lambda_2 1_N)$$

Dengan mengalikan persamaan tersebut dengan 1_N , yaitu vektor satu dengan ukuran matriks $(N \times 1)$ maka didapatkan

$$1_N w = \frac{1}{2}1_N^T \Sigma^{-1}(\lambda_1 \mu + \lambda_2 1_N)$$

karena $1_N w = 1$, maka

$$1 = 1_N w = \frac{1}{2}1_N^T \Sigma^{-1}(\lambda_1 \mu + \lambda_2 1_N)$$

sehingga

$$2 = 1_N^T \Sigma^{-1}(\lambda_1 \mu + \lambda_2 1_N)$$

$$2 = 1_N^T \Sigma^{-1} \lambda_1 \mu + 1_N^T \Sigma^{-1} \lambda_2 1_N$$

$$1_N^T \Sigma^{-1} \lambda_2 1_N = 2 - 1_N^T \Sigma^{-1} \lambda_1 \mu$$

$$\lambda_2 = \frac{2 - 1_N^T \Sigma^{-1} \lambda_1 \mu}{1_N^T \Sigma^{-1} 1_N}$$

substitusi hasil dari λ_2 ke dalam nilai w , maka

$$w = \frac{1}{2}\Sigma^{-1}\left(\lambda_1 \mu + \left(\frac{2 - 1_N^T \Sigma^{-1} \lambda_1 \mu}{1_N^T \Sigma^{-1} 1_N}\right)1_N\right)$$

$$w = \frac{1}{2}\Sigma^{-1}\lambda_1 \mu + \frac{1}{2}\Sigma^{-1}\left(\frac{2 - 1_N^T \Sigma^{-1} \lambda_1 \mu 1_N}{1_N^T \Sigma^{-1} 1_N}\right)$$

$$w = \frac{1}{2}\Sigma^{-1}\lambda_1 \mu + \frac{\Sigma^{-1}\lambda_1 \mu 1_N}{1_N^T \Sigma^{-1} 1_N} - \frac{1}{2}\Sigma^{-1}\left(\frac{\lambda_1 1_N^T \Sigma^{-1} \mu 1_N}{1_N^T \Sigma^{-1} 1_N}\right)$$

sehingga menghasilkan

$$w = \frac{1}{2} \lambda_1 \mu \left(\Sigma^{-1} \mu \frac{1_N^T \Sigma^{-1} \mu}{1_N^T \Sigma^{-1} 1_N} \Sigma^{-1} 1_N \right) + \frac{\Sigma^{-1} 1_N}{1_N^T \Sigma^{-1} 1_N}$$

Untuk kasus portofolio dengan varians efisien, tidak ada pembatasan pada mean portofolio $\lambda_1 = 0$, sehingga pembobotan pada *mean variance efficient portofolio* dengan return $X \sim N_N(\mu, \Sigma)$ adalah (Abdurrahman, 2007:54)

$$w = \frac{\Sigma^{-1} 1_N}{1_N^T \Sigma^{-1} 1_N} \quad (3.9)$$

dimana Σ^{-1} adalah invers matriks varians kovarians.

e) *Value at Risk*

Value at Risk (VaR) merupakan salah satu bentuk pengukuran risiko yang cukup populer. Hal ini mengingat kesederhanaan dari konsep *VaR* sendiri namun juga memiliki kemampuan implementasi berbagai metodologi statistika.

VaR dapat didefinisikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan didapat selama periode waktu (*time periode*) tertentu dalam kondisi pasar normal pada tingkat kepercayaan (*confidence interval*) tertentu (Jorion, 2007:244).

Pada portofolio, *VaR* diartikan sebagai estimasi kerugian maksimum yang akan dialami suatu portofolio pada periode waktu tertentu dengan tingkat kepercayaan tertentu. Oleh karena itu, terdapat kemungkinan bahwa suatu kerugian yang diderita oleh portofolio selama

periode kepemilikan akan lebih rendah dibandingkan limit yang dibentuk dengan VaR , dimana limit yang dibentuk dengan VaR merupakan perhitungan risiko portofolio pada diversifikasi secara Markowitz. Terdapat kemungkinan bahwa kerugian sebenarnya mungkin dapat lebih buruk, sehingga keterbatasan VaR adalah tidak dapat menyatakan apapun tentang seberapa besar kerugian yang benar-benar terjadi dan secara definit tidak menegaskan kemungkinan kerugian yang paling buruk. Akan tetapi investor dapat menggunakan nilai VaR sebagai salah satu tolok ukur yang dapat menetapkan seberapa besar target risiko.

Secara statistik, VaR dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dinyatakan sebagai bentuk kuantil ke- α dari distribusi return. VaR dapat ditentukan melalui fungsi densitas probabilitas dari nilai return di masa depan $f(R)$ dengan R adalah tingkat pengembalian (return) aset (baik aset tunggal maupun portofolio). Pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$, akan dicari nilai kemungkinan terburuk, R^* , yaitu peluang munculnya nilai return melebihi R^* adalah $(1 - \alpha)$.

$$1 - \alpha = \int_{R^*}^{\infty} f(R) dR \quad (3.10)$$

Sedangkan peluang munculnya suatu nilai return kurang dari sama dengan R^* , $p = P(R \leq R^*)$ adalah α .

$$\alpha = \int_{-\infty}^{R^*} f(R) dR = P(R \leq R^*) = p \quad (3.11)$$

Dengan kata lain, R^* merupakan kuantil dari distribusi return yang merupakan nilai kritis (cut off value) dengan peluang yang sudah ditentukan.

Jika W_0 didefinisikan sebagai investasi awal aset (baik aset tunggal maupun portofolio) maka nilai aset pada akhir periode waktu adalah $W = W_0(1 + R)$. Jika nilai aset paling rendah pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ adalah $W^* = W_0(1 + R^*)$, maka VaR pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dapat diformulasikan sebagai berikut

$$VaR_{(1-\alpha)} = W_0 R^* \quad (3.12)$$

dengan $R^* =$ kuantil ke- α dari distribusi return. Secara umum R^* berharga negatif.

1) Tingkat Konfidensi (Tingkat kepercayaan)

Penentuan tingkat konfidensi dalam perhitungan VaR tergantung pada penggunaan VaR . Penentuan tingkat konfidensi berperan sangat penting karena hal tersebut dapat menggambarkan seberapa besar perusahaan tersebut mampu mengambil suatu risiko dengan harga kerugian melebihi VaR . Semakin besar resiko yang diambil, semakin besar pula tingkat konfidensi dari alokasi modal untuk menutupi kerugian yang diambil.

2) Periode Waktu

Selain tingkat konfidensi, parameter lain dalam VaR adalah t , yaitu periode waktu dalam hari. Pada umumnya dalam institusi-

institusi finansial seperti perbankan, VaR dihitung dalam interval waktu 1 hari, 1 minggu (5 hari bisnis) sampai 2 minggu (10 hari bisnis). Sedangkan perusahaan-perusahaan yang mempunyai aset riil seperti investor perusahaan *property and real estate* sering menggunakan interval waktu yang lebih lama yaitu satu bulan (20 hari) sampai empat bulan bahkan satu tahun untuk melakukan pantauan atas tingkat resiko yang dihadapi.

Ekspektasi return meningkat secara linear terhadap waktu (t), sedangkan standar deviasi meningkat secara linear dengan akar kuadrat waktu, dapat dijabarkan sebagai

$$\mu(t) = \mu t \text{ dan } \sigma^2(t) = \sigma^2 t \Rightarrow \sigma(t) = \sigma\sqrt{t} \quad (3.13)$$

Untuk mengetahui besarnya nilai VaR dalam beberapa periode waktu kedepan dapat digunakan rumus berikut ini

$$t - \text{day } VaR = VaR(\text{daily}) \times \sqrt{t} \quad (3.14)$$

dimana $t - \text{day } VaR = VaR$ dalam periode waktu ke- t

$$VaR(\text{daily}) = VaR \text{ dalam satu hari}$$

Perhitungan VaR dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ setelah t periode dapat dinyatakan sebagai berikut

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t} \quad (3.15)$$

dengan $VaR_{(1-\alpha)}(t) = VaR$ dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$

setelah t periode

W_0 = investasi awal aset (baik aset tunggal maupun portofolio)

R^* = kuantil ke- α dari distribusi return

Misalkan: Diketahui dana alokasi (W) sebesar Rp. 10 juta pada saham XY dan standar deviasi hariannya sebesar (σ_{daily}) 2% per hari. Untuk jangka waktu lebih dari (t) 10 hari dengan tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ 99%, $z_{(1-\alpha)} = z_{(1-0,99)} = -2,33$.

Maka besarnya nilai atas resiko (VaR):

$$\begin{aligned} 1 - day VaR &= \sigma_{daily} \times z_{(1-\alpha)} \times W \\ &= 0,02 \times -2,33 \times Rp. 10 \text{ juta} = -Rp. 466.000 \\ 10 - day VaR &= 1 - day VaR \times \sqrt{T} = -Rp. 466.000 \times \sqrt{10} \\ &= -Rp. 1.473.621 \end{aligned}$$

Besarnya VaR harian yang akan dihadapi adalah Rp. 466.000 per hari. Sedangkan dalam 10 hari kedepan akan menghadapi nilai VaR sebesar Rp. 1.473.621. Sehingga diharapkan para pemilik saham XY dapat menyediakan dana untuk menghadapi kemungkinan besarnya nilai kerugian, dalam hal ini VaR yang akan mereka hadapi.

f) *Value at Risk (VaR)* dengan Metode Simulasi Monte Carlo

Penggunaan metode simulasi Monte Carlo salah satunya adalah untuk mengukur risiko. Dalam mengestimasi nilai *Value at Risk (VaR)*

baik pada aset tunggal maupun portofolio, simulasi Monte Carlo mempunyai beberapa jenis algoritma. Namun pada intinya adalah melakukan simulasi dengan membangkitkan bilangan random untuk mengestimasi nilai *VaR*-nya. *VaR* dengan menggunakan metode simulasi Monte Carlo mengasumsikan bahwa return berdistribusi normal.

g) *Value at Risk (VaR)* dengan Metode Simulasi Monte Carlo pada Portofolio

VaR dengan metode simulasi Monte Carlo pada portofolio mengasumsikan bahwa return aset-aset pembentuk portofolio berdistribusi normal multivariat yang disimulasikan dengan menggunakan parameter yang sesuai dan tidak mengasumsikan bahwa return portofolio bersifat linear terhadap return aset tunggalnya. Algoritma sederhana perhitungan *VaR* menggunakan simulasi Monte Carlo pada portofolio sebagai berikut (Jorion, 2007:265)

- 1) Menentukan nilai parameter untuk variabel-variabel (dalam hal ini adalah return aset) serta korelasi antar variabel. Return aset-aset pembentuk portofolio diasumsikan mengikuti distribusi normal multivariat sehingga parameter yang dibutuhkan diantaranya adalah mean return aset-aset pembentuk portofolio, standar deviasi return aset-aset pembentuk portofolio dan matriks varians-kovarians.

- 2) Mensimulasikan nilai return dengan membangkitkan secara random return aset-aset yang berdistribusi normal multivariat dengan parameter yang diperoleh pada langkah (1) sebanyak n buah.
- 3) Nilai return masing-masing aset pada waktu t yaitu $R_{1,t}$ dan $R_{2,t}$ yang dihasilkan pada langkah (2) digunakan untuk menghitung return portofolio pada waktu t yaitu

$$Rp_t = w_1 R_{1,t} + w_2 R_{2,t}$$

dengan Rp_t = return portofolio pada waktu t

w_1 = besarnya komposisi atau proporsi aset ke-1

w_2 = besarnya komposisi atau proporsi aset ke-2

- 4) Mencari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ yaitu sebagai nilai kuantil ke- α dari distribusi empiris return portofolio yang diperoleh pada langkah (c) yang dinotasikan dengan R^* .
- 5) Menghitung nilai VaR pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dalam periode waktu t hari yaitu

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t}$$

Nilai VaR yang diperoleh merupakan kerugian maksimum yang akan diderita portofolio.

- 6) Mengulangi langkah (2) sampai langkah (5) sebanyak m sehingga mencerminkan berbagai kemungkinan nilai VaR portofolio yaitu

$VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_m$, dengan m adalah antara 1 sampai dengan banyaknya return pada aset tunggal.

- 7) Menghitung rata-rata hasil dari langkah (6) untuk menstabilkan nilai karena nilai VaR yang dihasilkan oleh tiap simulasi berbeda.

B. Penerapan pada Harga Saham Harian PT Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT Unilever Indonesia Tbk.

a) Data

Data yang digunakan untuk penelitian ini adalah harga penutupan (*closing price*) saham harian pada saham yang terdaftar di Jakarta Islamic Index (JII) di BEJ, yaitu PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM) dan PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR) selama satu tahun perdagangan (245 hari bisnis) yaitu mulai 4 Januari 2010 sampai dengan 30 Desember 2010. Karena kedua saham tersebut merupakan saham yang teraktif di BEJ. Data tersebut diperoleh dari home page www.yahoofinance.com. Data kedua saham tersebut dihitung tingkat keuntungan (return) harian dengan rumus:

$$R_t = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}}$$

dimana R_t = tingkat keuntungan

P_t = harga investasi pada saat t

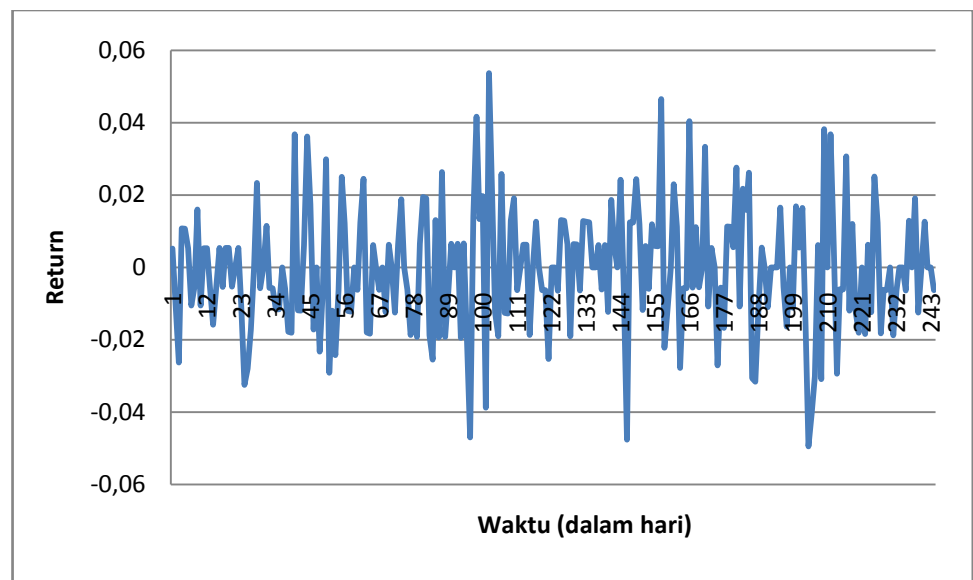
P_{t-1} = harga investasi pada saat $t - 1$

Disini dividen diabaikan karena tidak mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap perhitungan. Tingkat keuntungan ini sangat

penting karena sebagai dasar bagi perhitungan *Value at Risk (VaR)* portofolio.

Permasalahan yang dibahas pada penelitian ini adalah untuk mengetahui besarnya perhitungan *VaR* portofolio pada saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM) dan PT Unilever Tbk (UNVR), sehingga para investor dapat mengambil keputusan atau tindakan untuk portofolionya agar tidak mengalami kerugian yang berlebih. Pada penelitian ini perhitungan *VaR* pada portofolio menggunakan metode simulasi Monte Carlo dengan bantuan program Microsoft Excel dan SPSS.

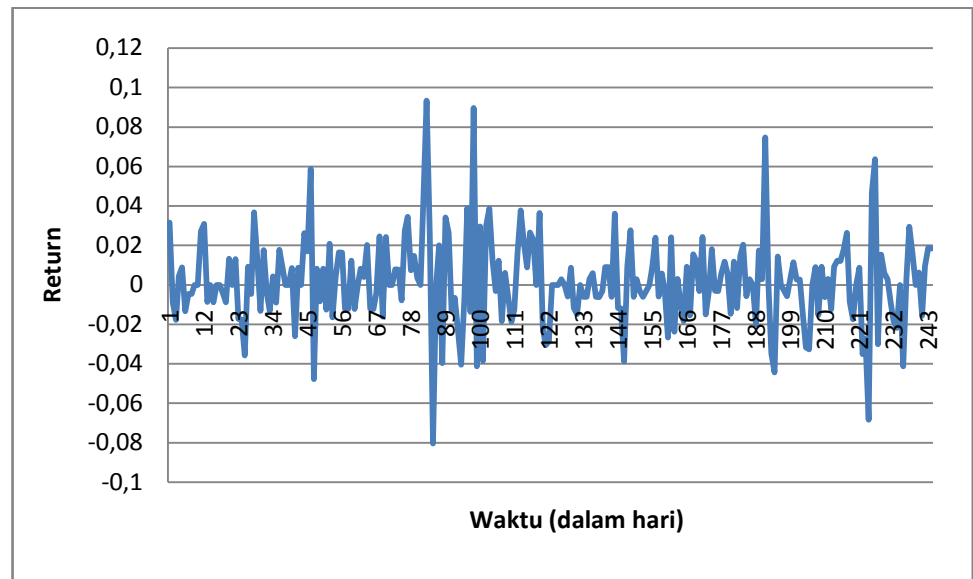
1) Grafik saham pada PT Telekomunikasi Indonesia Tbk



Gambar 3.1 Grafik return dari harga penutupan saham harian pada bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2010 PT Telekomunikasi Indonesia Tbk

Dari gambar 3.1 dapat dilihat bahwa pergerakan harga penutupan saham harian pada bulan Januari sampai dengan Desember 2010 relatif stabil, dimana dari awal sampai akhir periode harga saham cenderung stabil karena pergerakan return harga saham antara -0,06 dan 0,06. Grafik return dari harga penutupan saham harian menunjukkan bahwa perolehan return tiap saham sangat bervariasi, yaitu terdapat return yang sangat tinggi dan ada return yang sangat rendah. Dari data harga penutupan saham harian PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM) pada periode 4 Januari 2010 sampai dengan 30 Desember 2010 harga saham berkisar pada harga Rp 7.100,00 sampai dengan Rp 9.800,00 dan jumlah harga saham sebesar Rp 2.057.750,00 sedangkan harga rata-rata saham sebesar Rp 8.398,98.

2) Grafik saham pada PT Unilever Indonesia Tbk



Gambar 3.2 Grafik return dari harga penutupan saham harian pada bulan Januari 2010 sampai dengan Desember 2010 PT Unilever Indonesia Tbk

Pada gambar 3.2 dapat dilihat bahwa pergerakan harga penutupan saham harian PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR) mempunyai bentuk yang hampir sama dengan pergerakan harga penutupan saham harian PT Telekomunikasi Indonesia (TLKM), maka pergerakan harga penutupan saham UNVR juga relatif stabil karena pergerakan return saham antara -0,01 dan 0,01. Grafik return dari harga penutupan saham harian UNVR menunjukkan bahwa perolehan return tiap saham juga sangat bervariasi, yaitu terdapat return yang sangat tinggi dan ada return yang sangat rendah. Dari data harga penutupan saham harian UNVR pada periode 4 Januari 2010 sampai dengan 30 Desember 2010 harga

saham berkisar pada harga Rp 10.800,00 sampai dengan Rp 18.700,00 dan jumlah harga saham sebesar Rp 3.660.350,00 sedangkan harga rata-rata saham sebesar Rp 14.940,20.

b) Uji Normalitas Data Return Saham

Sebelum dilakukan perhitungan VaR , terlebih dahulu dilakukan uji asumsi kenormalan data untuk PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM) dan PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR) masing-masing menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov untuk mengetahui apakah benar return TLKM dan UNVR mengikuti distribusi normal. Jika return TLKM dan UNVR tidak mengikuti distribusi normal maka tidak dapat dilakukan perhitungan VaR . Uji Kolmogorov-Smirnov dilakukan dengan menggunakan program SPSS.

1) Uji Normalitas untuk Saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM)

a. Hipotesis

H_0 : data return saham TLKM mengikuti distribusi normal

H_1 : data return saham TLKM tidak mengikuti distribusi normal

b. Statistik Uji

$$T = \sup_x |F^*(X) - S(X)|$$

c. Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$

d. Kriteria Uji

H_0 ditolak jika $p - value < \alpha$

e. Perhitungan

Tabel 3.1
Output SPSS Uji Kolmogorov-Smirnov Saham PT
Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM)

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		RETURN
N		244
Normal Parameters ^a	Mean	-.000296
	Std. Deviation	.0169491
Most Extreme Differences	Absolute	.083
	Positive	.083
	Negative	-.064
Kolmogorov-Smirnov Z		1.299
Asymp. Sig. (2-tailed)		.068

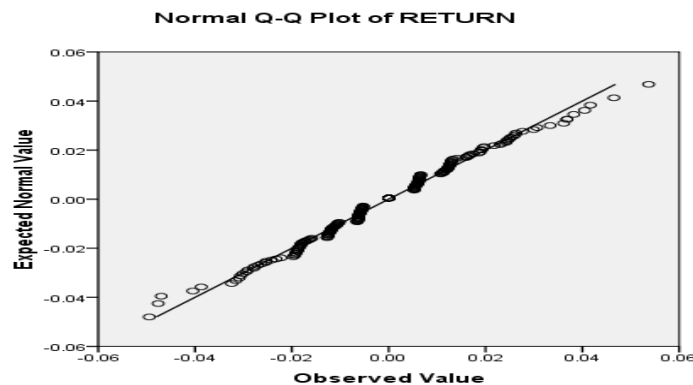
a. Test distribution is Normal.

f. Keputusan

Dari hasil perhitungan uji Kolmogorov-Smirnov yang terlihat dari output SPSS bahwa pada return saham TLKM diperoleh nilai $p - value$ sebesar 0.068, karena $p - value > 0.05$ maka H_0 diterima.

g. Kesimpulan

Data return saham TLKM mengikuti distribusi normal.



Gambar 3.3 Plot Uji Normalitas Saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM)

Pada gambar 3.3 plot uji normalitas pada saham TLKM , grafik normal q-q plot of return terlihat bahwa titik yang terbentuk menyebar disekitar garis diagonal dan penyebaran mengikuti arah garis diagonal.

Sehingga dari hasil uji Kolmogorov-Smirnov dan grafik q-q plot of return dapat disimpulkan bahwa data return UNVR mengikuti distribusi normal.

2) Uji Normalitas untuk Saham PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR)

a. Hipotesis

H_0 : data return saham UNVR mengikuti distribusi normal

H_1 :data return saham UNVR tidak mengikuti distribusi normal

b. Statistik Uji

$$T = \sup_x |F^*(X) - S(X)|$$

c. Tingkat signifikansi $\alpha = 5\%$

d. Kriteria Uji

H_0 ditolak jika $p - value < \alpha$

e. Perhitungan

Tabel 3.2

**Output SPSS Uji Kolmogorov-Smirnov Saham PT Unilever
Indonesia Tbk (UNVR)**

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		RETURN
N		244
Normal Parameters ^a	Mean	.001879
	Std. Deviation	.0217854
Most Extreme Differences	Absolute	.084
	Positive	.084
	Negative	-.067
Kolmogorov-Smirnov Z		1.314
Asymp. Sig. (2-tailed)		.063

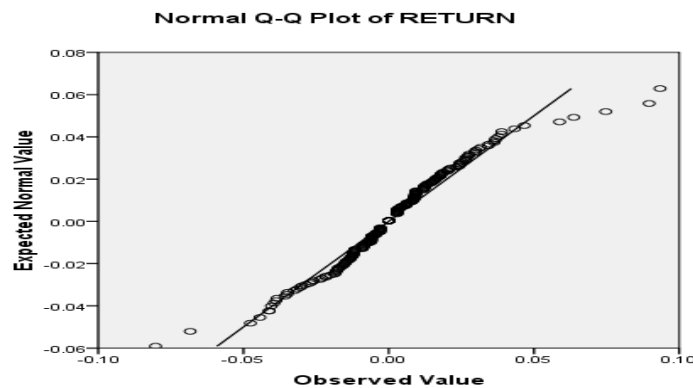
a. Test distribution is Normal.

f. Keputusan

Dari hasil perhitungan uji Kolmogorov-Smirnov yang terlihat dari output SPSS bahwa pada return saham TLKM diperoleh nilai $p - value$ sebesar 0.063, karena $p - value > 0.05$ maka H_0 diterima.

g. Kesimpulan

Data return saham UNVR mengikuti distribusi normal



**Gambar 3.4 Plot Uji Normalitas Saham PT Unilever
Indonesia Tbk (UNVR)**

Pada gambar 3.4 plot uji normalitas pada saham UNVR, grafik normal q-q plot of return terlihat bahwa titik yang terbentuk menyebar disekitar garis diagonal dan penyebaran mengikuti arah garis diagonal.

Sehingga dari hasil uji Kolmogorov-Smirnov dan grafik q-q plot of return dapat disimpulkan bahwa data return UNVR mengikuti distribusi normal.

Langkah-langkah untuk mendapatkan gambar plot uji normalitas (normal q-q plot) saham PT Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT Unilever Indonesia Tbk dengan menggunakan bantuan SPSS dapat dilihat pada lampiran 2.

c) Perhitungan *Value at Risk* (*VaR*) dengan Simulasi Monte Carlo pada portofolio

1) Uji Normal Multivariat

Berdasarkan uji normalitas yang dilakukan dengan menggunakan uji Kolmogorov-Smirnov dan grafik q-q plot of return masing-masing return saham TLKM dan UNVR memenuhi asumsi kenormalan, maka return portofolio dari saham-saham tersebut berdistribusi normal multivariat.

2) Tingkat Kepercayaan dan Periode Waktu

Tingkat kepercayaan yang digunakan pada perhitungan *VaR* Monte Carlo pada portofolio dengan dua aset yaitu TLKM dan UNVR adalah 95%. Periode waktu yang digunakan adalah 1 hari.

3) Korelasi dan Parameter

Korelasi yang terbentuk dari penggabungan aset TLKM dan UNVR adalah 0.270557842. Dapat dilihat bahwa korelasi antara TLKM dan UNVR di bawah +1, sehingga diharapkan terjadi efek diversifikasi pada portofolio secara Markowitz yang dapat mengurangi risiko.

Parameter yang digunakan untuk *VaR* dengan simulasi Monte Carlo pada portofolio adalah vektor mean, standar deviasi dan matriks varians-kovarians, yaitu sebesar

$$\mu = \begin{bmatrix} -0.000608378 \\ 0.001879373 \end{bmatrix} \quad \text{dan}$$

$\Sigma = \begin{bmatrix} 0.0002869483 & 0.0000994361 \\ 0.0000994361 & 0.0004746037 \end{bmatrix}$. Hasil perhitungan mean, varians, kovarians, dan standar deviasi TLKM dan UNVR serta korelasi portofolio dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3
Perhitungan Mean, Varians, Kovarians, Standar Deviasi dan Korelasi PT TLKM dan PT UNVR

	PT TLKM	PT UNVR	Portofolio
Mean	-0,000608378	0,0018793725	
Variance	0,0002869483	0,0004746037	
Covariance			0,0000994361
Standard Deviation	0,016939549	0,021785401	
Correlation			0,270557842

4) Bobot atau Proporsi Portofolio

Bobot atau proporsi yang diberikan kepada masing-masing aset yang diperoleh dari perhitungan menggunakan metode *mean varians efficient portofolio (MVEP)*. Perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\Sigma^{-1} = \begin{bmatrix} 3757.77528 & -787.3056389 \\ -787.3056389 & 2271.972565 \end{bmatrix}$$

$$1_2 = \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad 1_2^T = [1 \quad 1]$$

Dengan menggunakan persamaan (3.9) maka

$$\begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \end{bmatrix} = \frac{\begin{bmatrix} 3757.77528 & -787.3056389 \\ -787.3056389 & 2271.972565 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}}{\begin{bmatrix} 1 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 3757.77528 & -787.3056389 \\ -787.3056389 & 2271.972565 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix}}$$

$$= \begin{bmatrix} 0.666751444 \\ 0.333248556 \end{bmatrix}$$

w_1 = bobot atau proporsi TLKM

w_2 = bobot atau proporsi UNVR

Hasil perhitungan bobot atau proporsi yang diberikan pada masing-masing aset yaitu sebesar 67% untuk PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM) dan 33% untuk PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR). Diasumsikan proporsi portofolio ini tetap selama periode kepemilikan.

5) Perhitungan *VaR* Portofolio

Jika dana awal yang diinvestasikan pada portofolio yang terdiri dari dua aset yaitu PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM) dan PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR) sebesar Rp.1.000.000.000,00, maka pada tingkat kepercayaan 95% dengan dua puluh lima kali ulangan (trial), menghasilkan rata-rata nilai *VaR* sebesar -48151243,09 (tanda negatif menunjukkan kerugian).

Hal ini dapat diartikan ada keyakinan sebesar 95% bahwa kerugian yang mungkin akan diderita investor tidak akan melebihi Rp.48.151.243,00 dalam jangka waktu satu hari setelah tanggal 30 Desember 2010, atau dengan kata lain dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada

portofolio yang terdiri dari saham TLKM dan UNVR sebesar
Rp. 48.151.243,00 atau lebih.

Langkah perhitungan mean return, varians return, kovarians return, koefisien korelasi return, dan standar deviasi return dengan bantuan Microsoft Excel dapat dilihat pada lampiran 3, langkah perhitungan VaR dengan bantuan Microsoft Excel dapat dilihat pada lampiran 4, sedang hasil perhitungan nilai VaR dapat dilihat pada lampiran 5.

BAB IV

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan mengenai pengukuran *Value at Risk* (*VaR*) pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo yang telah diuraikan maka dapat diambil kesimpulan yaitu:

1. Pengukuran *Value at Risk* (*VaR*) pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo adalah sebagai berikut:

- a. Menentukan nilai parameter untuk variabel-variabel (dalam hal ini adalah return aset) serta korelasi antar variabel untuk mengetahui ada atau tidaknya efek diversifikasi portofolio.
- b. Mensimulasikan nilai return.
- c. Menghitung return portofolio pada waktu t dengan rumus

$$Rp_t = w_1 R_{1,t} + w_2 R_{2,t}$$

- d. Mencari estimasi kerugian maksimum pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$.
- e. Menghitung nilai *VaR* pada tingkat kepercayaan $(1 - \alpha)$ dalam periode waktu t hari yaitu dengan rumus

$$VaR_{(1-\alpha)}(t) = W_0 R^* \sqrt{t}$$

- f. Mengulangi langkah (b) sampai langkah (e) sebanyak m kali.
- g. Menghitung rata-rata hasil nilai *VaR* dari langkah (f).

2. Penerapan pengukuran *Value at Risk* (*VaR*) pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo yang dibahas dalam skripsi adalah pada harga penutupan saham harian PT Telekomunikasi Indonesia Tbk dan PT Unilever Indonesia Tbk periode bulan Januari sampai dengan Desember 2010. Perbedaan nilai *VaR* pada setiap ulangan disebabkan oleh perbedaan hasil dari setiap simulasi yang dijalankan. Akan tetapi diperoleh hasil yang tidak berbeda jauh antara satu dengan yang lainnya karena disimulasikan dengan parameter yang sama. Oleh karena itu untuk menstabilkan hasil diambil nilai rata-rata *VaR*. Dari hasil perhitungan rata-rata nilai *VaR* portofolio kedua saham tersebut diperoleh nilai *VaR* sebesar $-48151243,09$ (tanda negatif menunjukkan kerugian) dengan tingkat kepercayaan 95 % dan periode waktu satu hari. Hal ini dapat diartikan bahwa ada keyakinan sebesar 95% bahwa kerugian yang mungkin akan diderita investor tidak akan melebihi $Rp.48.151.243,00$ dalam jangka waktu satu hari setelah tanggal 30 Desember 2010, atau dengan kata lain dapat dikatakan ada kemungkinan sebesar 5% bahwa kerugian investasi pada portofolio yang terdiri dari saham TLKM dan UNVR sebesar $Rp.48.151.243,00$ atau lebih.

B. Saran

Dalam penulisan skripsi ini, penulis hanya menjelaskan pengukuran *Value at Risk* (*VaR*) pada portofolio dengan simulasi Monte Carlo. Bagi pembaca yang berminat, penulis menyarankan untuk :

1. Bagi para investor untuk memahami *Value at Risk* sehingga diharapkan dapat melakukan yang terbaik bagi portofolionya agar dapat memperkecil kerugian.
2. Melanjutkan pembahasan tentang *Value at Risk* dengan metode lain seperti metode simulasi Historis.
3. Memperluas pembahasan tentang *Value at Risk* pada sekuritas lain seperti obligasi, real estat, sertifikat dan deposito ataupun pada sekuritas luar negeri.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman. 2007. *Buku Ajar Pengantar Statistika Keuangan*. Yogyakarta: Universitas Gajah Mada.
- Anton, H. 1991. *Aljabar Linear Elementer*. Alih bahasa Hari Suminto. Jakarta: Erlangga
- Bain, L J & Engelhardt, M. 1992. *Introduction To Probability and Mathematical Statistics*. Second Edition. California. Duxbury Press.
- Butler, C. 1999. *Mastering Value at Risk*, New York: Prentice Hall.
- Conover. 2000. *Practical Nonparametric Statistics*. New York: John Willey and Son.
- Halim, A. 2005. *Analisis Investasi*. Edisi kedua. Jakarta: Salemba Empat.
- Jogiyanto. 2003. *Teori Portofolio dan Analisis Investasi*. Edisi ketiga. Yogyakarta: BPFE.
- Johnson, R A & Wichern, D W. 2002. *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Fifth Edition. New Jersey. Prentice-Hall Inc.
- Jorion, P. 2007. *Value at Risk: The New Benchmark Managing Financial Risk*. Third Edition. New York: The Mc Graw-Hill Companies.
- Purcell, E J & Varberg, D. 1987. *Kalkulus dan Geometri Analitis*. Edisi kelima. Jakarta: Erlangga.
- Rubinstein, R Y. 1981. *Simulation and Monte Carlo Method*. Willey & Sons, New York.
- Ruppert, D. 2004. *Statistics and Finance*. New York: Springer.
- Samsul, M. 2006. *Pasar Modal & Manajemen Portofolio*. Jakarta: Erlangga
- Tandelilin, E. 2007. *Analisis Investasi dan Manajemen Portofolio*. Edisi pertama. Yogyakarta: BPFE.
- Historycal Price PT. Telekomunikasi Indonesia Tbk tahun 2010, URL: www.yahoofinance.com, diakses pada 13 Maret 2011.
- Historycal Price PT. Unilever Indonesia Tbk tahun 2010, URL: www.yahoofinance.com, diakses pada 13 Maret 2011.

LAMPIRAN

Lampiran 1

Data Harga Penutupan Saham Harian PT Telekomunikasi Indonesia Tbk (TLKM) dan PT Unilever Indonesia Tbk (UNVR)

Tanggal	Saham_TLKM	Rt_TLKM	Tanggal	Saham_UNVR	Rt_UNVR
04/01/2010	9.550,00	-	04/01/2010	11.050,00	-
05/01/2010	9.600,00	0,005235602	05/01/2010	11.400,00	0,031674208
06/01/2010	9.500,00	-0,01041667	06/01/2010	11.300,00	-0,00877193
07/01/2010	9.250,00	-0,02631579	07/01/2010	11.100,00	-0,01769912
08/01/2010	9.350,00	0,010810811	08/01/2010	11.150,00	0,004504505
11/01/2010	9.450,00	0,010695187	11/01/2010	11.250,00	0,00896861
12/01/2010	9.500,00	0,005291005	12/01/2010	11.100,00	-0,01333333
13/01/2010	9.400,00	-0,01052632	13/01/2010	11.050,00	-0,0045045
14/01/2010	9.350,00	-0,00531915	14/01/2010	11.000,00	-0,00452489
15/01/2010	9.500,00	0,016042781	15/01/2010	11.000,00	0
18/01/2010	9.400,00	-0,01052632	18/01/2010	11.000,00	0
19/01/2010	9.450,00	0,005319149	19/01/2010	11.300,00	0,027272727
20/01/2010	9.500,00	0,005291005	20/01/2010	11.650,00	0,030973451
21/01/2010	9.450,00	-0,00526316	21/01/2010	11.550,00	-0,00858369
22/01/2010	9.300,00	-0,01587302	22/01/2010	11.550,00	0
25/01/2010	9.250,00	-0,00537634	25/01/2010	11.450,00	-0,00865801
26/01/2010	9.300,00	0,005405405	26/01/2010	11.450,00	0
27/01/2010	9.250,00	-0,00537634	27/01/2010	11.450,00	0
28/01/2010	9.300,00	0,005405405	28/01/2010	11.400,00	-0,00436681
29/01/2010	9.350,00	0,005376344	29/01/2010	11.300,00	-0,00877193
01/02/2010	9.300,00	-0,00534759	01/02/2010	11.450,00	0,013274336
02/02/2010	9.300,00	0	02/02/2010	11.450,00	0
03/02/2010	9.350,00	0,005376344	03/02/2010	11.600,00	0,013100437
04/02/2010	9.250,00	-0,01069519	04/02/2010	11.400,00	-0,01724138
05/02/2010	8.950,00	-0,03243243	05/02/2010	11.200,00	-0,01754386
08/02/2010	8.700,00	-0,02793296	08/02/2010	10.800,00	-0,03571429
09/02/2010	8.550,00	-0,01724138	09/02/2010	10.900,00	0,009259259
10/02/2010	8.550,00	0	10/02/2010	10.850,00	-0,00458716
11/02/2010	8.750,00	0,023391813	11/02/2010	11.250,00	0,036866359
12/02/2010	8.700,00	-0,00571429	12/02/2010	11.400,00	0,013333333
15/02/2010	8.700,00	0	15/02/2010	11.250,00	-0,01315789
16/02/2010	8.800,00	0,011494253	16/02/2010	11.450,00	0,017777778
17/02/2010	8.750,00	-0,00568182	17/02/2010	11.400,00	-0,00436681
18/02/2010	8.700,00	-0,00571429	18/02/2010	11.250,00	-0,01315789

Tanggal	Saham_TLKM	Rt_TLKM	Tanggal	Saham_UNVR	Rt_UNVR
19/02/2010	8.600,00	-0,01149425	19/02/2010	11.300,00	0,004444444
22/02/2010	8.500,00	-0,01162791	22/02/2010	11.200,00	-0,00884956
23/02/2010	8.500,00	0	23/02/2010	11.400,00	0,017857143
24/02/2010	8.450,00	-0,00588235	24/02/2010	11.500,00	0,00877193
25/02/2010	8.300,00	-0,01775148	25/02/2010	11.500,00	0
01/03/2010	8.150,00	-0,01807229	01/03/2010	11.500,00	0
02/03/2010	8.450,00	0,036809816	02/03/2010	11.600,00	0,008695652
03/03/2010	8.350,00	-0,01183432	03/03/2010	11.300,00	-0,02586207
04/03/2010	8.250,00	-0,01197605	04/03/2010	11.400,00	0,008849558
05/03/2010	8.300,00	0,006060606	05/03/2010	11.400,00	0
08/03/2010	8.600,00	0,036144578	08/03/2010	11.700,00	0,026315789
09/03/2010	8.750,00	0,01744186	09/03/2010	11.900,00	0,017094017
10/03/2010	8.600,00	-0,01714286	10/03/2010	12.600,00	0,058823529
11/03/2010	8.600,00	0	11/03/2010	12.000,00	-0,04761905
12/03/2010	8.400,00	-0,02325581	12/03/2010	12.100,00	0,008333333
15/03/2010	8.350,00	-0,00595238	15/03/2010	12.000,00	-0,00826446
17/03/2010	8.600,00	0,02994012	17/03/2010	12.100,00	0,008333333
18/03/2010	8.350,00	-0,02906977	18/03/2010	11.950,00	-0,01239669
19/03/2010	8.250,00	-0,01197605	19/03/2010	12.200,00	0,020920502
22/03/2010	8.050,00	-0,02424242	22/03/2010	12.000,00	-0,01639344
23/03/2010	8.000,00	-0,00621118	23/03/2010	12.050,00	0,004166667
24/03/2010	8.200,00	0,025	24/03/2010	12.250,00	0,01659751
25/03/2010	8.300,00	0,012195122	25/03/2010	12.450,00	0,016326531
26/03/2010	8.200,00	-0,01204819	26/03/2010	12.300,00	-0,01204819
29/03/2010	8.100,00	-0,01219512	29/03/2010	12.150,00	-0,01219512
30/03/2010	8.100,00	0	30/03/2010	12.300,00	0,012345679
31/03/2010	8.050,00	-0,00617284	31/03/2010	12.150,00	-0,01219512
01/04/2010	8.150,00	0,01242236	01/04/2010	12.150,00	0
05/04/2010	8.350,00	0,024539877	05/04/2010	12.250,00	0,008230453
06/04/2010	8.200,00	-0,01796407	06/04/2010	12.300,00	0,004081633
07/04/2010	8.050,00	-0,01829268	07/04/2010	12.550,00	0,020325203
08/04/2010	8.100,00	0,00621118	08/04/2010	12.400,00	-0,01195219
09/04/2010	8.100,00	0	09/04/2010	12.250,00	-0,01209677
12/04/2010	8.050,00	-0,00617284	12/04/2010	12.200,00	-0,00408163
13/04/2010	8.050,00	0	13/04/2010	12.500,00	0,024590164
14/04/2010	7.950,00	-0,01242236	14/04/2010	12.300,00	-0,016
15/04/2010	8.000,00	0,006289308	15/04/2010	12.600,00	0,024390244
16/04/2010	8.000,00	0	16/04/2010	12.600,00	0
19/04/2010	7.900,00	-0,0125	19/04/2010	12.600,00	0
20/04/2010	7.950,00	0,006329114	20/04/2010	12.700,00	0,007936508

Tanggal	Saham_TLKM	Rt_TLKM	Tanggal	Saham_UNVR	Rt_UNVR
21/04/2010	8.100,00	0,018867925	21/04/2010	12.800,00	0,007874016
22/04/2010	8.100,00	0	22/04/2010	12.700,00	-0,0078125
23/04/2010	8.050,00	-0,00617284	23/04/2010	13.050,00	0,027559055
26/04/2010	7.900,00	-0,01863354	26/04/2010	13.500,00	0,034482759
27/04/2010	7.800,00	-0,01265823	27/04/2010	13.600,00	0,007407407
28/04/2010	7.650,00	-0,01923077	28/04/2010	13.800,00	0,014705882
29/04/2010	7.700,00	0,006535948	29/04/2010	13.850,00	0,003623188
30/04/2010	7.850,00	0,019480519	30/04/2010	13.850,00	0
03/05/2010	8.000,00	0,01910828	03/05/2010	14.450,00	0,0433213
04/05/2010	7.850,00	-0,01875	04/05/2010	15.800,00	0,093425606
05/05/2010	7.650,00	-0,02547771	05/05/2010	16.200,00	0,025316456
06/05/2010	7.750,00	0,013071895	06/05/2010	14.900,00	-0,08024691
07/05/2010	7.600,00	-0,01935484	07/05/2010	14.900,00	0
10/05/2010	7.800,00	0,026315789	10/05/2010	15.200,00	0,020134228
11/05/2010	7.650,00	-0,01923077	11/05/2010	14.600,00	-0,03947368
12/05/2010	7.600,00	-0,00653595	12/05/2010	15.100,00	0,034246575
14/05/2010	7.650,00	0,006578947	14/05/2010	15.500,00	0,026490066
17/05/2010	7.650,00	0	17/05/2010	15.300,00	-0,01290323
18/05/2010	7.700,00	0,006535948	18/05/2010	15.200,00	-0,00653595
19/05/2010	7.550,00	-0,01948052	19/05/2010	14.850,00	-0,02302632
20/05/2010	7.600,00	0,006622517	20/05/2010	14.250,00	-0,04040404
21/05/2010	7.450,00	-0,01973684	21/05/2010	14.150,00	-0,00701754
24/05/2010	7.100,00	-0,04697987	24/05/2010	14.700,00	0,038869258
25/05/2010	7.200,00	0,014084507	25/05/2010	14.500,00	-0,01360544
26/05/2010	7.500,00	0,041666667	26/05/2010	15.800,00	0,089655172
27/05/2010	7.600,00	0,013333333	27/05/2010	15.150,00	-0,04113924
31/05/2010	7.750,00	0,019736842	31/05/2010	15.600,00	0,02970297
01/06/2010	7.450,00	-0,03870968	01/06/2010	15.000,00	-0,03846154
02/06/2010	7.850,00	0,053691275	02/06/2010	15.450,00	0,03
03/06/2010	8.000,00	0,01910828	03/06/2010	16.050,00	0,038834951
04/06/2010	7.900,00	-0,0125	04/06/2010	16.250,00	0,012461059
07/06/2010	7.750,00	-0,01898734	07/06/2010	16.200,00	-0,00307692
08/06/2010	7.950,00	0,025806452	08/06/2010	16.400,00	0,012345679
09/06/2010	7.850,00	-0,01257862	09/06/2010	16.100,00	-0,01829268
10/06/2010	7.750,00	-0,01273885	10/06/2010	16.200,00	0,00621118
11/06/2010	7.850,00	0,012903226	11/06/2010	16.100,00	-0,00617284
14/06/2010	8.000,00	0,01910828	14/06/2010	15.800,00	-0,01863354
15/06/2010	7.950,00	-0,00625	15/06/2010	15.600,00	-0,01265823
16/06/2010	7.950,00	0	16/06/2010	15.850,00	0,016025641
17/06/2010	8.000,00	0,006289308	17/06/2010	16.450,00	0,03785489

Tanggal	Saham_TLKM	Rt_TLKM	Tanggal	Saham_UNVR	Rt_UNVR
18/06/2010	8.050,00	0,00625	18/06/2010	16.800,00	0,021276596
21/06/2010	7.900,00	-0,01863354	21/06/2010	16.950,00	0,008928571
22/06/2010	7.900,00	0	22/06/2010	17.400,00	0,026548673
23/06/2010	8.000,00	0,012658228	23/06/2010	17.800,00	0,022988506
24/06/2010	8.000,00	0	24/06/2010	17.800,00	0
25/06/2010	7.950,00	-0,00625	25/06/2010	18.450,00	0,036516854
28/06/2010	7.900,00	-0,00628931	28/06/2010	18.050,00	-0,02168022
29/06/2010	7.700,00	-0,02531646	29/06/2010	17.500,00	-0,03047091
30/06/2010	7.700,00	0	30/06/2010	17.000,00	-0,02857143
01/07/2010	7.700,00	0	01/07/2010	17.000,00	0
02/07/2010	7.650,00	-0,00649351	02/07/2010	17.000,00	0
05/07/2010	7.750,00	0,013071895	05/07/2010	17.000,00	0
06/07/2010	7.850,00	0,012903226	06/07/2010	17.050,00	0,002941176
07/07/2010	7.900,00	0,006369427	07/07/2010	17.050,00	0
08/07/2010	7.750,00	-0,01898734	08/07/2010	16.950,00	-0,0058651
09/07/2010	7.800,00	0,006451613	09/07/2010	17.100,00	0,008849558
12/07/2010	7.850,00	0,006410256	12/07/2010	16.900,00	-0,01169591
13/07/2010	7.800,00	-0,00636943	13/07/2010	16.650,00	-0,0147929
14/07/2010	7.900,00	0,012820513	14/07/2010	16.650,00	0
15/07/2010	8.000,00	0,012658228	15/07/2010	16.550,00	-0,00600601
16/07/2010	8.100,00	0,0125	16/07/2010	16.450,00	-0,0060423
19/07/2010	8.100,00	0	19/07/2010	16.500,00	0,003039514
20/07/2010	8.100,00	0	20/07/2010	16.600,00	0,006060606
21/07/2010	8.150,00	0,00617284	21/07/2010	16.500,00	-0,0060241
22/07/2010	8.100,00	-0,00613497	22/07/2010	16.400,00	-0,00606061
23/07/2010	8.150,00	0,00617284	23/07/2010	16.350,00	-0,00304878
26/07/2010	8.050,00	-0,01226994	26/07/2010	16.500,00	0,009174312
27/07/2010	8.200,00	0,01863354	27/07/2010	16.650,00	0,009090909
28/07/2010	8.250,00	0,006097561	28/07/2010	16.550,00	-0,00600601
29/07/2010	8.250,00	0	29/07/2010	17.150,00	0,036253776
30/07/2010	8.450,00	0,024242424	30/07/2010	16.950,00	-0,01166181
02/08/2010	8.400,00	-0,00591716	02/08/2010	16.750,00	-0,01179941
03/08/2010	8.000,00	-0,04761905	03/08/2010	16.100,00	-0,03880597
04/08/2010	8.100,00	0,0125	04/08/2010	16.250,00	0,00931677
05/08/2010	8.200,00	0,012345679	05/08/2010	16.700,00	0,027692308
06/08/2010	8.400,00	0,024390244	06/08/2010	16.600,00	-0,00598802
09/08/2010	8.500,00	0,011904762	09/08/2010	16.650,00	0,003012048
10/08/2010	8.400,00	-0,01176471	10/08/2010	16.600,00	-0,003003
11/08/2010	8.450,00	0,005952381	11/08/2010	16.500,00	-0,0060241
12/08/2010	8.400,00	-0,00591716	12/08/2010	16.450,00	-0,0030303

Tanggal	Saham_TLKM	Rt_TLKM	Tanggal	Saham_UNVR	Rt_UNVR
13/08/2010	8.500,00	0,011904762	13/08/2010	16.450,00	0
16/08/2010	8.550,00	0,005882353	16/08/2010	16.600,00	0,009118541
18/08/2010	8.600,00	0,005847953	18/08/2010	17.000,00	0,024096386
19/08/2010	9.000,00	0,046511628	19/08/2010	16.900,00	-0,00588235
20/08/2010	8.800,00	-0,02222222	20/08/2010	17.000,00	0,00591716
23/08/2010	8.700,00	-0,01136364	23/08/2010	16.950,00	-0,00294118
24/08/2010	8.700,00	0	24/08/2010	16.500,00	-0,02654867
25/08/2010	8.900,00	0,022988506	25/08/2010	16.900,00	0,024242424
26/08/2010	9.000,00	0,011235955	26/08/2010	16.500,00	-0,02366864
27/08/2010	8.750,00	-0,02777778	27/08/2010	16.550,00	0,003030303
30/08/2010	8.700,00	-0,00571429	30/08/2010	16.400,00	-0,00906344
31/08/2010	8.650,00	-0,00574713	31/08/2010	16.100,00	-0,01829268
01/09/2010	9.000,00	0,040462428	01/09/2010	16.250,00	0,00931677
02/09/2010	8.950,00	-0,00555556	02/09/2010	16.000,00	-0,01538462
03/09/2010	9.050,00	0,011173184	03/09/2010	16.250,00	0,015625
06/09/2010	9.000,00	-0,00552486	06/09/2010	16.450,00	0,012307692
07/09/2010	9.000,00	0	07/09/2010	16.400,00	-0,00303951
15/09/2010	9.300,00	0,033333333	15/09/2010	16.800,00	0,024390244
16/09/2010	9.200,00	-0,01075269	16/09/2010	16.550,00	-0,01488095
17/09/2010	9.250,00	0,005434783	17/09/2010	16.500,00	-0,00302115
20/09/2010	9.250,00	0	20/09/2010	16.800,00	0,018181818
21/09/2010	9.000,00	-0,02702703	21/09/2010	16.750,00	-0,00297619
22/09/2010	8.950,00	-0,00555556	22/09/2010	16.700,00	-0,00298507
23/09/2010	8.800,00	-0,01675978	23/09/2010	16.800,00	0,005988024
24/09/2010	8.900,00	0,011363636	24/09/2010	17.000,00	0,011904762
27/09/2010	9.000,00	0,011235955	27/09/2010	17.100,00	0,005882353
28/09/2010	9.050,00	0,005555556	28/09/2010	16.850,00	-0,01461988
29/09/2010	9.300,00	0,027624309	29/09/2010	17.050,00	0,011869436
30/09/2010	9.200,00	-0,01075269	30/09/2010	16.850,00	-0,01173021
01/10/2010	9.400,00	0,02173913	01/10/2010	17.100,00	0,014836795
04/10/2010	9.550,00	0,015957447	04/10/2010	17.450,00	0,020467836
05/10/2010	9.800,00	0,02617801	05/10/2010	17.350,00	-0,00573066
06/10/2010	9.500,00	-0,03061224	06/10/2010	17.400,00	0,002881844
07/10/2010	9.200,00	-0,03157895	07/10/2010	17.400,00	0
08/10/2010	9.100,00	-0,01086957	08/10/2010	17.050,00	-0,02011494
11/10/2010	9.150,00	0,005494505	11/10/2010	17.350,00	0,017595308
12/10/2010	9.150,00	0	12/10/2010	17.400,00	0,002881844
13/10/2010	9.050,00	-0,01092896	13/10/2010	18.700,00	0,074712644
14/10/2010	9.050,00	0	14/10/2010	18.700,00	0
15/10/2010	9.050,00	0	15/10/2010	18.050,00	-0,03475936

Tanggal	Saham_TLKM	Rt_TLKM	Tanggal	Saham_UNVR	Rt_UNVR
18/10/2010	9.050,00	0	18/10/2010	17.250,00	-0,04432133
19/10/2010	9.200,00	0,016574586	19/10/2010	17.500,00	0,014492754
20/10/2010	9.150,00	-0,00543478	20/10/2010	17.500,00	0
21/10/2010	9.000,00	-0,01639344	21/10/2010	17.450,00	-0,00285714
22/10/2010	9.000,00	0	22/10/2010	17.350,00	-0,00573066
25/10/2010	8.900,00	-0,011111111	25/10/2010	17.400,00	0,002881844
26/10/2010	9.050,00	0,016853933	26/10/2010	17.600,00	0,011494253
27/10/2010	9.100,00	0,005524862	27/10/2010	17.650,00	0,002840909
28/10/2010	9.250,00	0,016483516	28/10/2010	17.700,00	0,002832861
29/10/2010	9.100,00	-0,01621622	29/10/2010	17.450,00	-0,01412429
01/11/2010	8.650,00	-0,04945055	01/11/2010	16.900,00	-0,03151862
02/11/2010	8.300,00	-0,04046243	02/11/2010	16.350,00	-0,03254438
03/11/2010	8.050,00	-0,03012048	03/11/2010	16.350,00	0
04/11/2010	8.100,00	0,00621118	04/11/2010	16.500,00	0,009174312
05/11/2010	7.850,00	-0,0308642	05/11/2010	16.250,00	-0,01515152
08/11/2010	8.150,00	0,038216561	08/11/2010	16.400,00	0,009230769
09/11/2010	8.150,00	0	09/11/2010	16.300,00	-0,00609756
10/11/2010	8.450,00	0,036809816	10/11/2010	16.350,00	0,003067485
11/11/2010	8.500,00	0,00591716	11/11/2010	16.150,00	-0,01223242
12/11/2010	8.250,00	-0,02941176	12/11/2010	16.300,00	0,009287926
15/11/2010	8.200,00	-0,00606061	15/11/2010	16.500,00	0,012269939
16/11/2010	8.150,00	-0,00609756	16/11/2010	16.700,00	0,012121212
18/11/2010	8.400,00	0,030674847	18/11/2010	17.000,00	0,017964072
19/11/2010	8.300,00	-0,01190476	19/11/2010	17.450,00	0,026470588
22/11/2010	8.400,00	0,012048193	22/11/2010	17.300,00	-0,00859599
23/11/2010	8.300,00	-0,01190476	23/11/2010	17.000,00	-0,01734104
24/11/2010	8.150,00	-0,01807229	24/11/2010	17.000,00	0
25/11/2010	8.150,00	0	25/11/2010	17.150,00	0,008823529
26/11/2010	8.000,00	-0,01840491	26/11/2010	16.550,00	-0,03498542
29/11/2010	8.050,00	0,00625	29/11/2010	16.100,00	-0,02719033
30/11/2010	7.950,00	-0,01242236	30/11/2010	15.000,00	-0,06832298
01/12/2010	8.150,00	0,025157233	01/12/2010	15.700,00	0,046666667
02/12/2010	8.250,00	0,012269939	02/12/2010	16.700,00	0,063694268
03/12/2010	8.100,00	-0,01818182	03/12/2010	16.200,00	-0,02994012
06/12/2010	8.050,00	-0,00617284	06/12/2010	16.450,00	0,015432099
08/12/2010	8.000,00	-0,00621118	08/12/2010	16.550,00	0,006079027
09/12/2010	8.000,00	0	09/12/2010	16.600,00	0,003021148
10/12/2010	7.850,00	-0,01875	10/12/2010	16.450,00	-0,00903614
13/12/2010	7.800,00	-0,00636943	13/12/2010	16.150,00	-0,01823708
14/12/2010	7.800,00	0	14/12/2010	15.800,00	-0,02167183

Tanggal	Saham_TLKM	Rt_TLKM	Tanggal	Saham_UNVR	Rt_UNVR
15/12/2010	7.800,00	0	15/12/2010	15.800,00	0
16/12/2010	7.750,00	-0,00641026	16/12/2010	15.150,00	-0,04113924
17/12/2010	7.850,00	0,012903226	17/12/2010	15.200,00	0,00330033
20/12/2010	7.850,00	0	20/12/2010	15.650,00	0,029605263
21/12/2010	8.000,00	0,01910828	21/12/2010	15.900,00	0,015974441
22/12/2010	7.900,00	-0,0125	22/12/2010	15.900,00	0
23/12/2010	7.900,00	0	23/12/2010	16.000,00	0,006289308
27/12/2010	8.000,00	0,012658228	27/12/2010	15.750,00	-0,015625
28/12/2010	8.000,00	0	28/12/2010	15.900,00	0,00952381
29/12/2010	8.000,00	0	29/12/2010	16.200,00	0,018867925
30/12/2010	7.950,00	-0,00625	30/12/2010	16.500,00	0,018518519

Lampiran 2

1. Langkah-langkah untuk mendapatkan gambar plot uji normalitas (normal q-q plot) saham PT TLKM dengan SPSS

- a. Memasukkan data return saham PT TLKM pada sheet SPSS.
- b. Dari menu Analyze, memilih Descriptive Statistic kemudian klik Q-Q Plots.
- c. Memasukkan data return saham PT TLKM pada kolom Variables.
- d. Pada menu Test Distribution, memilih Normal.
- e. Klik OK

2. Langkah-langkah untuk mendapatkan gambar plot uji normalitas (normal q-q plot) saham PT UNVR dengan SPSS

- f. Memasukkan data return saham PT UNVR pada sheet SPSS.
- g. Dari menu Analyze, memilih Descriptive Statistic kemudian klik Q-Q Plots.
- h. Memasukkan data return saham PT UNVR pada kolom Variables.
- i. Pada menu Test Distribution, memilih Normal.
- j. Klik OK

Lampiran 3

Rumus Perhitungan dalam Microsoft Excel

- Mean Return PT TLKM =**AVERAGE(C2:C246)**
- Mean Return PT UNVR =**AVERAGE(F2:F246)**
- Variance Return PT TLKM =**VAR(C2:C246)**
- Variance Return PT UNVR =**VAR(F2:F246)**
- Covariance Return (PT TLKM, PT UNVR) =**COVAR(C2:C246; F2:F246)**
- Correlation Return (PT TLKM, PT UNVR) =**CORREL(C2:C246; F2:F246)**
- Standar Deviasi Return PT TLKM =**STDEV(C2:C246)**
- Standar Deviasi Return PT UNVR =**STDEV(F2:F246)**

Lampiran 4

Langkah Perhitungan *VaR* Metode Simulasi Monte Carlo dengan Microsoft Excel

1. Membangkitkan secara random return PT TLKM =**RAND()*(C3:C246)**
2. Membangkitkan secara random return PT TLKM dengan parameter yaitu mean return dan standar deviasi PT TLKM =**NORMINV(H3;C249;B257)**
3. Membangkitkan secara random return PT UNVR =**RAND()*(F3:F246)**
4. Membangkitkan secara random return PT UNVR dengan parameter yaitu mean return dan standar deviasi PT UNVR =**NORMINV(K3;F249;E257)**
5. Return Portofolio =(I3*(67/100))+(L3*(33/100))
6. Nilai kuantil ke- α dari distribusi empiris return portofolio (R^*)
=PERCENTILE(I5;0,05)
7. Nilai *VaR* =(1000000000*I6*SQRT(1))
8. Menekan tombol F9 untuk mengulangi langkah (1) sampai langkah (7) sebanyak 25 kali karena data return saham ada 245 sehingga diambil nilai antara 1 – 245 untuk mendapatkan nilai $VaR_1, VaR_2, \dots, VaR_{25}$.
9. Menghitung rata-rata hasil dari langkah (8)
=AVERAGE(P6;P14;P22;P30;P38;P46;P54;P62;P70;P78;P86;P94;P102;P110;P118;P126;P134;P142;P150;P158;P166;P174;P182;P190;P198)

Lampiran 5

Hasil perhitungan *VaR* Metode Simulasi Monte Carlo

- Ulangan pertama

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00108	0,01799	
Random Return dengan Parameter	-0,052587127	-0,04381	
Rp (Return Portofolio)			-0,049689981
R*			-0,049689981
<i>VaR</i> _1			-49.689.980,87

- Ulangan kedua

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00329	0,02502	
Random Return dengan Parameter	-0,046643107	-0,04081	
Rp (Return Portofolio)			-0,044718885
R*			-0,044718885
<i>VaR</i> _2			-44.718.885,07

- Ulangan ketiga

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00390	0,006237	
Random Return dengan Parameter	-0,045683763	-0,05255	
Rp (Return Portofolio)			-0,047949546
R*			-0,047949546
<i>VaR</i> _3			-47.949.545,71

- Ulangan keempat

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00485	0,021713	
Random Return dengan Parameter	-0,044424627	-0,04212	
Rp (Return Portofolio)			-0,043663490
R*			-0,043663490
VaR_4			-43.663.489,78

- Ulangan kelima

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00083	0,004399	
Random Return dengan Parameter	-0,053899924	-0,05519	
Rp (Return Portofolio)			-0,054327265
R*			-0,054327265
VaR_5			-54.327.264,83

- Ulangan keenam

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00095	0,000036910	
Random Return dengan Parameter	-0,053205772	-0,08447	
Rp (Return Portofolio)			-0,063523096
R*			-0,063523096
VaR_6			-63.523.096,48

- Ulangan ketujuh

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00499	0,01075830	
Random Return dengan Parameter	-0,04424816	-0,0482	
Rp (Return Portofolio)			-0,045552527
R*			-0,045552527
VaR_7			-45.552.527,24

- Ulangan kedelapan

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00134	0,02038247	
Random Return dengan Parameter	-0,051471861	-0,0427	
Rp (Return Portofolio)			-0,048574395
R*			-0,048574395
VaR_8			-48.574.394,70

- Ulangan kesembilan

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00074	0,02941187	
Random Return dengan Parameter	-0,054471038	-0,0393	
Rp (Return Portofolio)			-0,049459423
R*			-0,049459423
VaR_9			-49.459.422,78

- Ulangan kesepuluh

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00167	0,02757037	
Random Return dengan Parameter	-0,050332966	-0,0399	
Rp (Return Portofolio)			-0,046890061
R*			-0,046890061
VaR_10			-46.890.061,37

- Ulangan kesebelas

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00443	0,01684785	
Random Return dengan Parameter	-0,04495184	-0,04439	
Rp (Return Portofolio)			-0,044765168
R*			-0,044765168
VaR_11			-44.765.168,34

- Ulangan kedua belas

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00397	0,01213872	
Random Return dengan Parameter	-0,04557022	-0,0472	
Rp (Return Portofolio)			-0,046107
R*			-0,046107
VaR ₁₂			-46.106.999,51

- Ulangan ketigabelas

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00213	0,02020816	
Random Return dengan Parameter	-0,049025966	-0,04277	
Rp (Return Portofolio)			-0,046961207
R*			-0,046961207
VaR ₁₃			-46.961.206,62

- Ulangan keempat belas

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00192	0,00281132	
Random Return dengan Parameter	-0,049578117	-0,05844	
Rp (Return Portofolio)			-0,052504082
R*			-0,052504082
VaR ₁₄			-52.504.081,69

- Ulangan kelima belas

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00088	0,01528744	
Random Return dengan Parameter	-0,053600256	-0,04523	
Rp (Return Portofolio)			-0,050839032
R*			-0,050839032
VaR ₁₅			-50.839.031,66

- Ulangan keenambelas

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00407	0,0053603	
Random Return dengan Parameter	-0,045427466	-0,05371	
Rp (Return Portofolio)			-0,048160676
R*			-0,048160676
VaR ₁₆			-48.160.676,34

- Ulangan ketujuhbelas

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00223	0,01590889	
Random Return dengan Parameter	-0,048780491	-0,04489	
Rp (Return Portofolio)			-0,047495698
R*			-0,047495698
VaR ₁₇			-47.495.698,15

- Ulangan kedelapanbelas

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00513	0,00983659	
Random Return dengan Parameter	-0,044091074	-0,04894	
Rp (Return Portofolio)			-0,045689762
R*			-0,045689762
VaR ₁₈			-45.689.761,80

- Ulangan kesembilanbelas

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00261	0,01716548	
Random Return dengan Parameter	-0,047920972	-0,04422	
Rp (Return Portofolio)			-0,0467003383
R*			-0,0467003383
VaR ₁₉			-46.700.338,42

- Ulangan kedua puluh

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00406	0,02411109	
Random Return dengan Parameter	-0,045450007	-0,04116	
Rp (Return Portofolio)			-0,04403286
R*			-0,04403286
VaR_20			-44.032.860,45

- Ulangan kedua puluh satu

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00049	0,00906016	
Random Return dengan Parameter	-0,056404485	-0,0496	
Rp (Return Portofolio)			-0,05415993
R*			-0,05415993
VaR_21			-54.159.929,57

- Ulangan kedua puluh dua

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00368	0,01751894	
Random Return dengan Parameter	-0,046001739	-0,04404	
Rp (Return Portofolio)			-0,045355197
R*			-0,045355197
VaR_22			-45.355.196,94

- Ulangan kedua puluh tiga

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00496	0,0142066	
Random Return dengan Parameter	-0,044291342	-0,04586	
Rp (Return Portofolio)			-0,044810341
R*			-0,044810341
VaR_23			-44.810.341,18

- Ulangan kedua puluh empat

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00191	0,01681968	
Random Return dengan Parameter	-0,049595516	-0,0444	
Rp (Return Portofolio)			-0,047881274
R*			-0,047881274
VaR_24			-47.881.274,03

- Ulangan kedua puluh lima

	TLKM	UNVR	Portofolio
Random Return	0,00336	0,03096812	
Random Return dengan Parameter	-0,046521817	-0,03879	
Rp (Return Portofolio)			-0,043969844
R*			-0,043969844
VaR_25			-43.969.843,84